DIE ELEKTROTECHNIK IN FRANKFURT AM MAIN.

FESTSCHRIFT

ZUR

6. JAHRESVERSAMMLUNG

DES

VERBANDES DEUTSCHER ELEKTROTECHNIKER

IN

FRANKFURT A. M.

2.—5. JUNI 1898.

FRANKFURT A. M. 1898.
DRUCK UND COMMISSIONS-VERLAG VON GEBRÜDER KNAUER.

№ 35

Vorwort.

Das mit den Vorbereitungen zu einem würdigen Empfange der Berufsgenossen betraute Comité hat beschlossen, den Theilnehmern an der diesjährigen Verbands - Versammlung eine Darstellung des jetzigen Standes der Elektrotechnik und der damit zusammenhängenden Anlagen und Betriebe in Frankfurt am Main als Festgabe darzubieten.

Bei der beschränkten zu Gebote stehenden Zeit von kaum vier Wochen erschien es von vornherein ausgeschlossen, absolute Vollständigkeit erzielen oder auch nur ein Werk schaffen zu wollen, das von einem Verfasser nach genauem Studium aller in Betracht kommenden Anlagen und Betriebe geschrieben, aus einem Gusse wäre. Ja es wurde von sachverständiger Seite überhaupt die Möglichkeit verneint, in der gegebenen kurzen Frist eine lesenswerthe Schrift zu Stande zu bringen. Nur der angestrengten Arbeit aller Betheiligten ist es zu verdanken, dass die vorhandenen Schwierigkeiten überwunden worden sind. Mögen die Leser urtheilen, wie weit es gelungen ist, ihnen ein Augenblicksbild von dem zu verschaffen, was Frankfurt in den wenigen Jahren seit dem Aufblühen der Elektrotechnik geschaffen hat und was es Dank der eifrigen Thätigkeit einer grossen Anzahl hervorragend tüchtiger Kräfte in jedem Zweige des so unendlich weiten Gebietes der angewandten Elektrizität zu leisten fähig ist.

Um das angestrebte Ziel zu erreichen, ist es nöthig gewesen, alle betheiligten Kreise zur Mitarbeit heranzuziehen. Die staatlichen und städtischen Behörden sind dem an sie gerichteten Ersuchen, eine ausführliche Darstellung ihrer Anlagen zu geben, in liebenswürdigster Weise nachgekommen, und wir begnügen uns auf die Beschreibungen der Anlagen der Reichspost und des Städtischen Elektrizitätswerkes hinzuweisen. In gleicher Weise haben nahezu alle hier arbeitenden grösseren Firmen uns zu Dank verpflichtet, indem sie uns Beschreibungen ihrer Werke, sowie

die dazu gehörigen Clichés, die einen Hauptschmuck dieses Schriftchens bilden, zur Verfügung stellten.

Durch die grosse Zahl der Mitarbeiter ist freilich die Einheitlichkeit verloren gegangen (auch in der Orthographie), dafür sind wir aber auch der Gefahr der Einförmigkeit entgangen, da es jedem Einsender überlassen geblieben ist, auf dasjenige besonderen Nachdruck zu legen, was er für das Wichtigste und allgemein Interessirende in seinem Betriebe hielt. Wir hoffen umsomehr, dass jeder fachverständige Leser etwas ihn Fesselndes finden wird, weil Frankfurt insofern für die Elektrotechnik von Bedeutung ist, als hier zuerst eine strengere Spezialisirung in der Fabrikation der für elektrische Anlagen nothwendigen Bestandtheile sich bemerkbar gemacht hat. Hier werden Dampfkessel und Spezial-Dampfmaschinen, Dynamos und Accumulatoren, Leitungsmaterialien, Messinstrumente, Schaltapparate und Bogenlampen in grosser Menge von leistungsfähigen Firmen erzeugt.

Bei der Zusammenstellung der vorliegenden Schrift haben wir davon absehen müssen, diejenigen zum Theil sehr bedeutenden Firmen aufzunehmen, die in Frankfurt nicht ihren Sitz haben, sondern nur durch technische Bureaux oder Ingenieur-Abtheilungen vertreten sind. Hierher rechnen wir insbesondere: Siemens & Halske und die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin, die Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft vormals Schuckert & Co. in Nürnberg, Helios, Aktiengesellschaft für elektrisches Licht und Telegraphenbau in Köln-Ehrenfeld, die Accumulatoren-Fabrik A.-G. in Berlin und Gebr. Körting in Körtingsdorf bei Hannover.

Bei einer Anzahl hier bestehender Gesellschaften bildet die elektrische Abtheilung einen verhältnissmässig so kleinen Theil des ganzen Betriebes, dass wir nicht geglaubt haben, sie hier aufnehmen zu sollen. Dies gilt unter Anderen von der Deutschen Gold- und Silber-Scheideanstalt und von der Metallurgischen Gesellschaft.

Endlich haben einige Gesellschaften, wie die Fabrik elektrometallurgischer Produkte G. m. b. H. und die Société anonyme „le Carbone“ ihren Betrieb erst vor ganz kurzer Zeit eröffnet.

Zum Schlusse möge noch erwähnt werden, dass sich in Frankfurt als dem Mittelpunkt einer grossen Industrie eine Anzahl Ingenieure niedergelassen haben, welche sich mit der Ausarbeitung, Prüfung und Ueberwachung elektrischer Anlagen beschäftigen. Zu diesen gehören in erster Reihe Herr Dr. Oscar May, welcher auf Veranlassung des Verbandes Deutscher Privat-Versicherungsgesellschaften die ersten Vorsichtsbedingungen für elektrische Anlagen ausarbeitete, ferner Herr Dr. Lehmann-Richter und mehrere Andere.

Selbstverständlich besteht hier auch eine grosse Anzahl von Firmen, welche sich ausschliesslich mit Installation elektrischer Anlagen befassen und deshalb keine Erwähnung gefunden haben.

Wenn wir nun das vorliegende Buch den Theilnehmern der sechsten Jahresversammlung deutscher Elektrotechniker, so wie es in vier kurzen Wochen entstanden ist, als Denkschrift zur Erinnerung anbieten, so müssen wir gleichzeitig um freundliche Nachsicht für seinen Inhalt und seine Ausstattung bitten. Da ein Theil der Manuscripte und der Tafeln erst in der letzten Maiwoche einging, so ergab sich die Nothwendigkeit mehrere Druckereien zu beschäftigen; das ist auch der Grund, dass in diesem Buch verschiedene Typen zur Verwendung kamen. Ebenso ist es trotz aller Bemühungen der Redaktions-Commission und obgleich allen Mitarbeitern die Benutzung der alten Orthographie vorgeschrieben war, nicht möglich gewesen, volle Gleichmässigkeit der Schreibweise zu erreichen.

In dem Bewusstsein jedoch, das Beste gewollt zu haben, übergeben wir dieses Buch dem freundlichen Wohlwollen unserer Leser.

Frankfurt a. M., Juni 1898.

Der Ortsausschuss:
E. Hartmann.

Die Redaktion:
A. Askenasy.

Inhalts-Verzeichniss.

Die Elektrotechnische Gesellschaft

zu

Frankfurt a. M.

Die Gründung der Frankfurter Elektrotechnischen Gesellschaft fällt in das Jahr 1881, also in eine Zeit, zu welcher unsere Stadt eine eigentliche elektrotechnische Industrie noch nicht aufzuweisen hatte und zu welcher ausser in Berlin noch keine weitere deutsche elektrotechnische Vereinigung existirte.

Die Gründung der Gesellschaft zu so früher Zeit und unter den geschilderten Verhältnissen mag daher Manchem seltsam erscheinen, aber nur dem, der mit dem inneren geistigen Leben Frankfurts und dem Einflusse seiner altehrwürdigen, wissenschaftlichen Institute nicht vertraut ist.

Die hiesige ihr Entstehen bis in den Anfang dieses Jahrhunderts zurückdatierende Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft, namentlich aber ihr Tochterinstitut, der Physikalische Verein, haben den Sinn für Naturwissenschaft und Technik bei den Bürgern unserer Stadt schon zu einer Zeit zu wecken und wachzuhalten gewusst, als Frankfurt ausserhalb nur als reine Finanzstadt angesehen wurde, und thatsächlich auch bei uns von grösseren industriellen Anstalten noch wenig zu verspüren war. Dem ist es zuzuschreiben, dass schon so frühe, als die hohe Bedeutung der Elektrotechnik für die Gesammtheit nur erst in engen Kreisen erkannt wurde, der Vorschlag zur Gründung einer die ausschliessliche Pflege dieser Disciplin bezweckenden Gesellschaft in unserer Stadt sofort lebhaften Anklang fand.

Die Anregung ging von Hofrath Dr. Stein aus, den wir leider bereits zu unsern verstorbenen Mitgliedern zählen müssen. Auch von den Mitbegründern des Vereins, den Herren Geheimen Postrath Heldberg, Postrath Grawinkel, Hauptmann Holthof, Telegraphen-Inspektor Loebbecke, Professor Dr. Krebs, Dr. Nippoldt und Fabrikanten Montanus sind nur noch die drei letzteren Herren am Leben. Den Dahingeschiedenen bewahrt die Gesellschaft ein dauerndes, dankbares Andenken.

Zweck der Gesellschaft ist die Pflege und Förderung der Elektrotechnik im Allgemeinen, namentlich aber auch die Verbreitung ihrer Kenntniss in Laienkreisen. Aus diesem Grunde zählt unsere Gesellschaft unter den Mitgliedern eine ganze Reihe von Nichtelektrotechnikern, die sich mit den Leuten vom Fach allmonatlich einmal zu einer Sitzung zusammenfinden.

In diesen Sitzungen finden Vorträge und Demonstrationen statt, das Hauptgewicht aber wird auf einen zwanglosen, des akademischen Charakters möglichst entkleideten Gedankenaustausch der Mitglieder untereinander gelegt. Dass die

Tendenz, der Elektrotechnik auf diese mehr gemüthliche Weise zu dienen, doc ihre reichen praktischen Früchte getragen hat, das beweist nicht allein die stat liche Anzahl der mittlerweile in unserer Stadt entstandenen elektrotechnische Anstalten, sondern auch der Umstand, dass es in ganz Deutschland nur sel wenige elektrotechnische Unternehmungen von einiger Bedeutung gibt, in welche nicht Frankfurter Kapital investirt ist.

In den ersten Jahren des Bestehens der Gesellschaft beschränkte sich di Vereinsthätigkeit auf Berichte einzelner Mitglieder über die Fortschritte der Elektro technik und auf den sich daranknüpfenden Meinungsaustausch. Später gelang e auswärtige hervorragende Vertreter der Elektrotechnik zu mündlichen Berichte über ihre Arbeiten und Erfahrungen auf dem einschlägigen Gebiete zu veranlasse Frankfurt gewann nach und nach für die Elektrotechnik an Bedeutung, und s kam es denn, dass hier im Schoosse der Gesellschaft die Kämpfe zwischen Wechsel strom und Gleichstrom, zwischen Druckluft und Elektrizität ausgefochten wurde wobei wir den Genuss hatten, die hervorragendsten Vertreter der strittigen System zu hören. Auch die Erfinder des Drehstroms: Haselwander von Offenburg, Brow von Oerlikon und v. Dobrowolski von Berlin, traten sich hier zum ersten Mal gegenüber, um ihre Prioritätsrechte gegeneinander festzustellen. Dass alle dies Verhandlungen im Tone der grössten Mässigung und der vollendetsten Höflichkei geführt wurden, ist neben der hohen Bildungsstufe, auf welcher die Betheiligte standen, namentlich auch dem streng objektiven Verhalten der Gesellschaft zu zuschreiben, welche darüber wachte, dass stets Licht und Schatten gleichmässi unter den Kämpfenden vertheilt wurde.

Auch den genialen Edison durfte die Elektrotechnische Gesellschaft i Jahre 1889 bei sich begrüssen. Dieser delegirte, um, wie er sagte, die Gesellschaf besonders zu ehren, seinen Assistenten Wangemann ab, welcher unter unge heuerem Zudrang der Mitglieder und der reichlich geladenen Gäste den Phono graphen praktisch vorführte.

Das Bestreben der Gesellschaft, den Sinn für Elektrotechnik auch bei de Laien zu fördern, hatte eine schöne Folge. Ein Laie auf dem einschlägigen Ge biete, aber ein geschätztes Mitglied der Gesellschaft, Leopold Sonnemann wa es, welcher in der Sitzung vom 5. November 1889 die Anregung zur Abhaltung eine Internationalen Elektrotechnischen Ausstellung zu Frankfurt a. M. gab. Dies Anregung fand begeisterte Zustimmung. Der schöne Verlauf der Ausstellung un die werthvollen Resultate derselben sind noch genugsam im Gedächtnisse.

Auch die Abhaltung eines allgemeinen Elektrotechniker-Congresses bei Gelegen heit der Ausstellung, wurde im Schoosse der Gesellschaft durch Franz Hass lacher angeregt und von den Mitgliedern unter Anführung ihrer Vorsitzenden, Ge heimrath Heldberg und Ingenieur Eugen Hartmann vorbereitet. Der Congre gestaltete sich zu einer bedeutsamen Kundgebung für das wissenschaftliche Anseh sowie für die Grösse der wirthschaftlichen Interessen der Elektrotechnik. Beinahe 8(Theilnehmer aus allen Ländern Europas und aus dem transatlantischen Westen war dem Rufe unserer Gesellschaft gefolgt, ihre Gedanken auszutauschen an jener Stätt an der eben zum ersten Male mittels hochgespanntem Drehstrom über eine En fernung von 175 Kilometer, von Lauffen her, die Kräfte des Neckars zur Hebu

der Wasser des Maines benutzt wurden, die in tausendfachem farbenglänzendem, von derselben Kraft gespeistem Lichte plätschernd niederfallend Kühlung spendeten, an den von herrlichstem Wetter begünstigten Festabenden.

Wer von den Theilnehmern erinnert sich nicht jener ersten Sitzung dieses Congresses, welchen, von unserem alten Heldberg in seiner „feinen Gelehrtengestalt" mit verbindlichen Worten begrüsst, der Weltpostbegründer Heinrich von Stephan als der von unserer Gesellschaft ernannte Ehrenpräsident, mit einem geistreichen Rückblick auf die Entwickelung der Elektrotechnik eröffnete. Wem klänge nicht heute noch der vielhundertfache, minutenlange Jubel der begeisterten Versammlung nach, als Werner von Siemens, der „Vater des Dynamoprinzips", der Altmeister der Elektrotechnik, zum Präsidenten des Congresses erwählt wurde! Wer gedächte nicht des Scharmützels zwischen Stephan und den deutschen Vertretern der Starkstrom-Industrie wegen der Bildung einer wirthschaftlichen Section angesichts des drohenden, damals gefürchteten, heute willig respektirten Telegraphengesetzes, wer nicht des Redetourniers über die zukünftige wissenschaftliche und praktische Ausbildung des Elektrotechnikers!

Es gehört nicht in den Rahmen dieser Mittheilung, der interessanten Vorträge Erwähnung zu thun, welche von den Koryphäen der Elektrizitätslehre und der Elektrotechnik hier gehalten wurden; wohl aber darf hier des Glanzpunktes der damaligen Veranstaltung, des Festmahls im Palmengarten gedacht werden; da pries der Engländer Silvanus Thompson Deutschland als das Centrum der völkerverbindenden wissenschaftlichen Bestrebungen, der Italiener Ferraris die „bellissima città di Francoforte", der Franzose Hospitalier die deutsche Gastfreundschaft, der Belgier Gérard die Verdienste von Siemens um das Verkehrswesen durch die Telegraphie und die elektrischen Bahnen, und dieser gab der Jugend den wohlgemeinten Rath, bei allen Bestrebungen das öffentliche Interesse und den Fortschritt im Auge zu behalten, um das eigene Interesse am sichersten zu fördern. Oesterreich, Russland und nicht zu wenig Deutschland kamen zum Wort; neben den Ehrenbezeugungen für die Souveräne erschollen am lautesten die Wünsche für die gedeihliche internationale Arbeit und die siegreiche Entwickelung der Elektrotechnik. Ein erhebendes Bild des Völkerfriedens!

Dem Höhepunkt, den die internationalen Veranstaltungen der Ausstellung und des Congresses in der Geschichte unserer Gesellschaft bilden, folgt eine ruhigere Periode. Die ursprünglichen, aus nur 9 kurzen Paragraphen bestehenden Statuten wurden zeitgemäss und der erlangten Bedeutung der Gesellschaft entsprechend ausgestaltet; auf lebhafte und ernste Discussionen, anschliessend an die nun fast ausschliesslich von Mitgliedern erstatteten Referate, wurde erhöhter Werth gelegt. Das Hinscheiden so bedeutender Männer, wie Wilhelm Weber, Löwenherz, Werner von Siemens, Ferraris, v. Stephan, die uns im Jahre 1891 persönlich so nahe getreten, veranlasste zur schmerzlichen Pflicht, ihr Gedächtniss in akademischen Feierlichkeiten zu ehren.

Die Angelegenheiten des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, der seine Gründung einer hier im Anschluss an den Congress gegebenen Anregung verdankt, fanden in den Sitzungen unserer Gesellschaft stets wohlwollende Beachtung und

sachliche Würdigung. Von den 340 gegenwärtig der Elektrotechnischen Ge sellschaft angehörigen Mitgliedern sind 130 gleichzeitig Mitglieder des Verbandes ein Drittel von den letzteren allerdings auf dem Umwege ihrer Mitgliedschaft de Elektrotechnischen Vereins Berlin.

Die Arbeiten der letzten Monate galten zum grossen Theil der Vorbereitung zu 6. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, dessen Feststad zu sein, Frankfurt die Ehre und Freude hat. Die Leitung der Festlichkeiten lieg wie einst gelegentlich des internationalen Congresses wiederum in den Händer unseres gegenwärtigen Vorsitzenden Eugen Hartmann.

So möge denn der gute Stern, der über jenem Congress geglänzt hat auch dem diesjährigen Verbandstage leuchten, uns Frankfurtern zur Freude, aller Verbandsgenossen zum Gefallen und der deutschen Elektrotechnik zur Förderung

Hslr.

Physikalischer Verein.

Frankfurt a. M.

Historisches.

Der Physikalische Verein zu Frankfurt a. M. ist einer der ältesten Vereine zur Pflege der exakten Naturwissenschaften. 1824 von dem Mechaniker Johann Valentin Albert im Vereine mit Männern gegründet, deren Namen auf dem Gebiete der angewandten Elektrizitätslehre heute noch einen guten Klang haben, wie Thomas Samuel von Soemmerring, dem Erfinder des ersten elektrischen Telegraphen, Ernst Neeff u. a., konnte er schon einige Jahre später einen eigenen Dozenten für Physik und Chemie anstellen und regelmässige Jahresberichte mit wissenschaftlichen Abhandlungen veröffentlichen. Lange Jahre wirkte Böttger, der Erfinder der Schiessbaumwolle, der schwedischen Zündhölzer u. s. w., als einziger Dozent für beide Disziplinen, später 1850 wurde der Lehrstuhl getheilt und für Physik wirkten dann nacheinander Eisenlohr, Abbe, Friedrich Kohlrausch, Oppel, Nippoldt, Krebs, für Chemie Lepsius, de Neufville.

An dieser Stelle darf auch daran erinnert werden, dass ein eifriges Mitglied des Vereins, Johann Philipp Wagner, ein Kaufmann, im Jahre 1836 dem Verein das Modell einer elektromagnetischen Kraftmaschine vorlegte. Es ist derselbe Wagner, der 1837 eine noch heute an den durch die Röntgenstrahlen zu hoher Bedeutung gelangten Ruhmkorff'schen Inductionsapparaten angewendete Vorrichtung zum continuirlichen selbstthätigen Oeffnen und Schliessen der Volta'schen Kette erfunden hat, den sogenannten Wagner'schen Hammer, auch Neeff'scher Hammer genannt, weil dieser ihn zuerst auf der Freiburger Naturforscher-Versammlung 1838 vorgezeigt und seine Verwendung an Stelle seines Blitzrades empfohlen hat. Wagner hat auch im Verein mit dem gelehrten Senator Kessler-Gontard unabhängig von Page zu jener Zeit das galvanische Tönen entdeckt, und zwar nicht bloss an magnetischen Metallen, sondern auch an Messing und Kupfer. Endlich darf erwähnt werden, dass Wagner seinen Elektromotor allmählich so verbesserte, dass er mit fester Zuversicht die Ueberzeugung auszusprechen wagte „für die Industrie eine neue Triebkraft“ gewonnen zu haben. Die deutsche Bundesversammlung hatte ihm die Summe von 100000 Gulden für die Ueberlassung seiner Erfindung votirt, falls es ihm gelänge, innerhalb einer bestimmten Frist seine elektromagnetische Maschine in grossem Maasstab, wie solcher für Lokomotiven erforderlich sein würde, nutzbar zu machen. Die Summe verfiel, da der Motor

nicht rechtzeitig fertig wurde und zudem bei der später erfolgten Probefahrt in Trümmer ging.

Die Geschichte der Erfindung des Telephons ist mit dem Physikalischen Verein eng verknüpft. Philipp Reis aus Gelnhausen, der einen Theil seiner Schulzeit in Frankfurt verbrachte, fand durch den Besuch von Böttgers Vorlesungen während seiner kaufmännischen Lehrzeit die Veranlassung, seinen Beruf mit dem eines Lehrers zu vertauschen, und widmete sich in dem Laboratorium des Vereins ganz dem Studium der Physik. Schon 1852 fasste er als 18 jähriger Jüngling — angeregt durch das Phänomen der galvanischen Musik — den Gedanken, den Schall auf elektrischem Wege fortzuleiten. Seine damaligen physikalischen Kenntnisse reichten zu dem Gelingen dieses Experimentes nicht aus, aber er erinnerte sich des Vorhabens, als er sich im Jahre 1860 als Lehrer am Garnier'schen Institut in Friedrichsdorf mit der Mechanik des menschlichen Ohres beschäftigte.

Situationsplan.

Am 26. Oktober 1861 hielt er dann in dem Hörsaal des Physikalischen Vereins den ersten Vortrag über das Telephon und führte seine wohlgelungenen Versuche der elektrischen Uebertragung musikalischer Töne und der artikulirten menschlichen Sprache dem staunenden Publikum vor. Wir wissen, dass seine Erfindung in Deutschland der Vergessenheit anheimfiel — langjähriges Siechthum hinderte ihn an weiterer Vervollkommnung —, dass sie aber, wie Bell, Edison und Dolbear anerkannten, zum Ausgangspunkt für die Erfindung unserer heutigen Fernsprechapparate wurde.

Die Apparate von Reis nebst den Soemmerring'schen Originalapparaten des elektrochemischen Telegraphen, sämmtlich in gebrauchsfähigem Zustand, bilden den werthvollsten Bestandtheil des physikalischen Cabinets des Vereins.

So hat der Physikalische Verein einen Antheil an der historischen Entwicklung der angewandten Elektrizitätslehre.

Das in dem Jahre 1886—1887 neu erbaute Institutsgebäude befindet sich auf dem Terrain der Dr. Senckenbergischen Stiftung.

Ansicht des Instituts-Gebäudes.

Elektrotechnische Lehr- und Untersuchungsanstalt.

Das rasche und mächtige Aufblühen der Elektrotechnik legte vor nun einem Jahrzehnt den Gedanken nahe, eine Fachschule zu gründen, die im Stande wäre, Mechanikern, Monteuren, Werkmeistern eine theoretische Ergänzung ihrer Ausbildung in der Elektrotechnik zu geben, ein Vorhaben, welches von der Tagespresse, von elektrotechnischen Zeitschriften, namentlich aber von den Industriellen lebhaft begrüsst wurde.

Nachdem der Physikalische Verein in seiner Sitzung vom 11. April 1888 seine Zustimmung zur Errichtung einer solchen Fachschule gegeben hatte und die Organisation der Anstalt nach einem von Herrn Eugen Hartmann entwickelten Plane in einer Commission von grösstentheils mitten in der Praxis stehenden Elektrotechnikern in zahlreichen Sitzungen durchberathen war, konnte bereits nach Jahresfrist, am 24. April 1889, die Elektrotechnische Lehranstalt in Gegenwart von Mitgliedern der staatlichen und städtischen Behörden und zahlreicher Freunde des Vereins als erste Anstalt dieser Art in Deutschland feierlich eröffnet werden.

Dass damit einem dringenden Bedürfniss der Elektrotechnik Rechnung getragen war, wurde durch die wider Erwarten zahlreichen Anmeldungen von Schülern, welche aus allen Gegenden Deutschlands, selbst aus dem Auslande herbeigeeilt waren, bestätigt, vor allem aber dadurch, dass nach wenigen Jahren an andern Orten Deutschlands, zuerst in Berlin, nach dem Vorbilde der Frankfurter Anstalt ähnliche Monteurschulen errichtet wurden.

Dank den reichen Zuwendungen seitens mehrerer wohlhabender Mitglieder des Vereins und seitens einiger hervorragender elektrotechnischer Firmen verfügte die junge Anstalt, deren Leitung zunächst in den Händen des damaligen Dozenten der Physik, des Herrn Prof. Dr. Krebs, lag, schon bei ihrer Eröffnung über ein ziemlich umfassendes Unterrichtsmaterial, welches mit Hülfe von staatlichen und städtischen Subventionen, sowie durch reichlich zufliessende Geschenke von Jahr zu Jahr in erfreulicher Weise vermehrt werden konnte.

In kurzer Zeit nahm die Anstalt einen derartigen Aufschwung, dass sie schon im Jahre 1890 von der physikalischen Abtheilung getrennt und Prof. Dr. J. Epstein mit ihrer Leitung betraut wurde. Der Unterricht konnte in die Hände von Männern gelegt werden, welche mitten in der praktischen Elektrotechnik stehen — unter ihnen sind besonders die Herren Ingenieur E. Hartmann, Dr. Bruger, Telegraphen-Ingenieur Chribke, Städt. Ingenieur Bender, Dir. Massenbach Dr. O. May, Dr. A. Nippoldt, Ingenieur Peschel, Ingenieur Ohl, zu nennen —, und welche daher sicher zu beurtheilen vermochten welche Kenntnisse den Schülern nöthig sind. Dieser Umstand und die zielbewusste Thätigkeit des Leiters der Anstalt verschaffte ihr in den neun Jahren ihres Bestehens einen Ruf, der sie weit über die Grenzen Deutschlands bekannt gemacht hat.

Da die Anstalt stets daran festhält, nur Schüler aufzunehmen, deren Vorbildung vor allen Dingen in Bezug auf Praxis eine Gewähr für einen erfolgreichen Besuch zu bieten scheint, da sie ferner vor allem darauf hinwirkt, dass dem Eintritt eine gründliche, spezifisch elektrotechnische Praxis vorangeht und die Aufzunehmenden ausserdem vorher eine eingehende Repetition der verlangten mathe-

matischen Vorkenntnisse (einfache Gleichungen, Proportionen, Kongruenz- und Aehnlichkeitssätze, Pythagoräischer Lehrsatz) vornehmen, so sichert sie sich ein der Zahl nach beschränktes, aber leistungsfähiges Schülermaterial, für welches nach Besuch der Anstalt reichlich Nachfrage in der Industrie vorhanden ist.

Auch in anderer Richtung hatte die Elektrotechnische Lehranstalt Gelegenheit, sich öfters zu bethätigen. So beauftragte 1893 der Minister der öffentlichen Arbeiten Herrn Professor Dr. Epstein mit der Abhaltung eines elektrotechnischen Kursus für die höheren technischen Beamten der Königl. Eisenbahndirektion; ferner betheiligte sich die Anstalt an den vom Physikalischen Verein abgehaltenen Ferienkursen für Lehrer höherer Unterrichtsanstalten durch elektrotechnische Vorlesungen und praktische Uebungen, und endlich findet seit Begründung der Anstalt unter Leitung des Herrn Dr. A. Nippoldt alljährlich ein einwöchentlicher Kursus über Anlage und Prüfung von Blitzableitern statt.

In unmittelbarem Zusammenhang mit der Fachschule steht die elektrotechnische Untersuchungsanstalt mit besonderem Präcisionslaboratorium und von dem Instrumentarium der Lehranstalt getrennten Präcisionsapparaten. Ihr fallen, den Arbeiten der technischen Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt entsprechend, die Aichung und Kontrole von elektrischen Widerständen, Normalelementen, sowie der Angaben von Strom- und Spannungsmessern und Zählern zu, ferner diejenigen Untersuchungen und gutachtlichen Aeusserungen über Dynamomaschinen, Motoren, Transformatoren, mit welchen sie von den Behörden oder den interessirten Industriellen beauftragt wird.

Da Prof. Dr. J. Epstein im August 1897 einem ehrenvollen Rufe aus der Praxis folgte, wurde als Leiter der Elektrotechnischen Lehr- und Untersuchungsanstalt Dr. C. Déguisne, ein Schüler Kohlrausch's, von Dresden berufen.

Von hoher Bedeutung für die Entwickelung der Anstalt war die im Vereinsjahre 1894/95 vorgenommene Erweiterung ihrer Räume. Im Folgenden soll in kurzen Zügen ein Bild der jetzigen Einrichtung derselben gegeben werden.

Im Souterrain beginnend ist zunächst der Maschinenraum zu nennen. Als Antriebsmaschine dient ein 6pferdiger Benz'scher Gasmotor, der für elektrische Zündung eingerichtet ist und dafür mit einer kleinen Dynamomaschine in Verbindung steht. Der Gasmotor arbeitet unter Vermittelung eines Vorgeleges auf eine Nebenschlussmaschine von Pokorny & Wittekind, die hauptsächlich zum Laden der Accumulatoren dient, andererseits kann derselbe unter Zuhilfenahme konischer Trommeln, die eine Veränderung der Tourenzahlen zulassen, auf eine Wechselstrommaschine von Ganz & Co. oder eine Schuckert'sche Flachringmaschine arbeiten. Die Ganz'sche Wechselstrommaschine besitzt feststehenden Anker und kann zur Erzeugung von Wechselstrom bis 100 Wechsel benutzt werden. Eine Joubert'sche Scheibe gestattet die Aufnahme der Form der Spannungscurve. Die Schuckert'sche Flachringmaschine ist als Haupt-, Nebenschluss- und Compound-, sowie als fremd erregte Maschine schaltbar; ein nachträglich aufgesetztes System von Schleifringen lässt die Entnahme von 1, 2 und 3phasigem Wechselstrom zu. Sie dient zur Aufnahme der Charakteristiken der verschiedenen Maschinengattungen und zur Erzeugung von Wechsel- oder Drehstrom geringerer Wechselzahl

(bis zu 40 Wechseln). In gleicher Reihe ist noch ein Gleichstrom-Drehstromumformer der Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. W. Lahmeyer & Co. aufgestellt. Auf der den Stromerzeugern gegenüberliegenden Seite des Maschinenraumes erhielten die Elektromotoren ihre Aufstellung, und zwar ein 2pferdiger Einphasenwechselstrommotor von Brown, Boveri & Co., ein 3pferdiger Drehstrommotor der Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. W. Lahmeyer & Co. und ein 2pferdiger Hauptstrommotor, sowie mehrere Kleinmotoren verschiedener Herkunft und Schaltungsart. Sämmtliche Motoren sind mit den erforderlichen Bremsvorrichtungen versehen oder können mittelst Riemen auf eine Dynamo arbeiten.

Souterrain.

An den Maschinenraum schliesst sich der Accumulatorenraum an. Er besitzt eine gute Ventilation zur Ableitung bei der Ladung sich bildender Säuredämpfe und Zufuhr frischer Luft. Der Boden hat Gefälle nach einem Ablauf. Wasserleitung und Löthgebläse vervollständigen die Einrichtung. Zwei Batterien, System Pollak und Hagen i. W., von je 36 Zellen und 15 resp. 24 Amp. maximalem Entladestrom lassen sich durch eine einfache Schaltvorrichtung in Gruppen von je 6 Volt beliebig hintereinander und parallel schalten; ausserdem besitzt jede Batterie einen Zellenschalter, sodass sämmtliche Spannungen von 0 bis 144 Volt eingestellt und bei einer geringsten Spannung von 6 Volt 500 Amp. entnommen werden können. Ausser diesen beiden sind noch zwei kleinere Batterien, System Huber und System Tudor und verschiedene transportable Accumulatoren vorhanden.

Von allen vorerwähnten Stromquellen führen Leitungen, soweit nöthig unter Einschaltung der erforderlichen Apparate, zu einem im Maschinenraum untergebrachten Generalumschalter (Tafel III) von folgender Anordnung: Alle Stromquellen enden in Bleisicherungen mit festen Anschlussklemmen, und zwar ist bei den Gleichstromquellen die linke Klemme stets an den negativen Pol angeschlossen; die Klemmen selbst sind, um etwaige Kurzschlüsse zu vermeiden, mit Hartgummi überzogen. Die an dem Schaltbrett abwärts hängenden Kabel, welche mit ihren Kabelschuhen unter die Anschlussklemmen passen, bilden die Enden der Vertheilungsleitungen, die nach allen Räumen des gesammten Institutes hinführen. Bei dieser Anordnung können niemals stromführende Kabel zusammenhängen und dadurch zu Störungen Veranlassung geben. Die einzelnen Stromquellen können beliebig parallel oder hinter einander mit den einzelnen Arbeitsräumen des Instituts verbunden werden. Auch ist es möglich, verschiedene Räume an die gleiche Stromquelle anzuschliessen. Neben dem Generalumschalter befinden sich die Zellenschalter der Batterien, automatische Ausschalter und alle zum Ladebetriebe erforderlichen Messinstrumente und Schaltvorrichtungen, sowie Sammelschienen für Parallelbetrieb. Die vom Generalumschalter wegführenden Leitungen sind nach den verschiedensten Installationssystemen verlegt, wobei die verschiedenartigsten Ueberkreuzungen, Eckübergänge, Wanddurchführungen u. s. w. hergestellt sind.

Die Fortsetzung des Maschinenraumes bildet eine kleine, mit den nöthigsten Hilfswerkzeugen ausgerüstete Werkstätte, die dem Mechaniker Gelegenheit bietet, für Versuchszwecke kleinere Apparate herzustellen, sowie die erforderlichen Reparaturen zu bewirken.

Durch die Werkstätte gelangt man in das Präcisionslaboratorium der Untersuchungsanstalt.

Nur solchen Schülern, die längere Zeit für ihre Ausbildung verwenden und sich auf Laboratoriums-Thätigkeit vorbereiten wollen, wird es gestattet, sich mit den Einrichtungen desselben vertraut zu machen. An den Wänden nach dem botanischen Garten zu sind drei Spiegelgalvanometer mit Fernrohrablesung für Wheatstonebrücke, für Isolationsmessungen und für den Compensationsapparat aufgebaut. Ein Spiegel-Elektrometer ist für objektive Ablesung eingerichtet. An der Längswand sind grosse Tafeln angebracht, an welche die zur Aichung übergebenen Instrumente leicht angeschraubt werden können. Von den oben erwähnten einzelnen Gruppen der Hagener Batterie führen direkt Leitungen nach dem Präcisionsraum und enden dort in auf Hartgummi isolirten Klemmen. Auch führen direkte Anschlüsse an die Batterie Hagen, sowie an die Pollak-Batterie, um Ampèremeteraichungen bis 500 Ampère vornehmen zu können. Sämmtliche Batterieanschlüsse befinden sich auf dem mittleren Aichbrette; von hier aus führen mehrere Leitungen nach jedem Arbeitstische, wie auch von diesen wieder je zwei Leitungen nach den einzelnen Galvanometern führen. Sämmtliche Leitungen sind, um eine für die hier vorzunehmenden Messungen bedingte hohe Isolation zu erreichen, auf Porzellanrollen montirt. Die Heizung des Raumes erfolgt durch einen Gasofen, der dem Raum die für einzelne Messungen geforderten gleichmässigen, aber dennoch unter sich verschiedenen Temperaturen geben kann.

Die weiteren Räume der Anstalt befinden sich im ersten Stock des Instituts.

Vor allen Dingen ist der für Ertheilung des Unterrichtes, sowie für die praktischen Uebungen bestimmte kleine Hörsaal zu nennen. An diesen reiht sich das Sammlungszimmer an, das eine reiche Auswahl der für elektrische Installationen erforderlichen Apparate und Materialien in sich birgt. Ein reichhaltiges Sortiment elektrischer Bogenlampen für Gleich- und Wechselstrom, Apparate für Telephonie und Telegraphie, sowie die Messinstrumente werden hier aufbewahrt. Einen wichtigen Bestandtheil bildet die Fehlersammlung, welche die grössten Schäden, die durch leichtsinnige und schlechte Arbeit entstanden sind, veranschaulicht.

Erster Stock.

Hieran reiht sich das Arbeitszimmer des Leiters der Lehr- und Untersuchungsanstalt. Es enthält ausser den für die Verwaltung erforderlichen Schriftstücken und dergl. noch zwei grosse Schränke mit Sammlungsgegenständen, sowie eine kleine Handbibliothek und eine reiche und übersichtlich geordnete Sammlung von Prospekten und Preisverzeichnissen der gesammten elektrotechnischen Industrie.

Von den im ersten Stock für die Untersuchungsanstalt eingerichteten Räumen ist zuerst das für Versuche und Messungen mit Wechselstrom bestimmte Zimmer zu nennen, in dem ein Wattmeter von Ganz & Co. und ein Siemens'sches Dynamometer feste Aufstellung erhalten haben. Auch hier sind an den Wänden sogenannte Aichbretter angebracht, an welche die zu aichenden Instrumente angehängt werden können. Weiter folgt das Arbeitszimmer der Assistenten

der Anstalt, das gleichzeitig auch mit einigen Arbeitstischen ausgestattet ist und ein kleines, dem Generalumschalter nachgebildetes Schaltbrett besitzt, durch das die letztgenannten Räume, sowie das noch zu erwähnende Zimmer für elektrochemische Arbeiten indirekt mit dem Maschinen- resp. Accumulatorenraum zu verbinden sind.

Ueber dem Eingang zum grossen Hörsaal befindet sich das Laboratorium für elektrochemische Arbeiten. Dasselbe enthält ausser einem Abzuge und Arbeitstische die erforderlichen Anschlüsse, sowie die nöthigsten Glaswaaren und Reagentien.

Der lange, die drei letztgenannten Räume verbindende Gang ist an den Wänden mit mattschwarzem Anstriche versehen und zum Photometerraum hergerichtet; er enthält eine 3 m lange Bunsen'sche Photometerbank mit dem Lummer-Brodhun'schen Vergleichsapparat ausgerüstet; die mit den photometrischen Messungen Hand in Hand gehenden elektrischen Messungen werden in dem schon genannten Assistentenzimmer vorgenommen, dieses ist deshalb mit einem Fenster nach dem Gange, sowie mit den erforderlichen Verbindungsleitungen versehen. Ein an der Decke angebrachtes Fenster lässt den Einlass der für das richtige Brennen der Normal-Hefnerlampe nöthigen frischen Luft zu, während zwei innerhalb der Eingangsthüren zu dem Wechselstromzimmer und Assistentenzimmer angebrachte, schwarze Vorhänge den Durchgang während der Messungen gestatten.

Von den genannten Räumen sind der kleine Hörsaal, Wechselstromzimmer, Photometerraum, Generalumschalter, Accumulatoren- und Präcisionsraum mit elektrischer Beleuchtung versehen und zwar unter Anschluss an die städtische Centrale. Der Maschinenraum, der kleine Hörsaal und das Wechselstromzimmer besitzen gesonderten Anschluss zur Entnahme des für Versuchszwecke dienenden Wechselstromes.

Die Installation der Leitungen in den einzelnen Räumen ist nach den verschiedensten Systemen zwecks Erläuterung der Installationsarten ausgeführt. So findet man im Maschinen- und Accumulatorenraum die Verlegung auf Porzellan, in ersterem Raum unter Verwendung isolirten Materiales, während in letzterem nur blanke Leitungen verlegt sind, die nachträglich einen Emailanstrich erhielten. Das Umgehen der Träger, die Befestigung der Rollen mittelst Trägerklemmen und auf Schienen ist veranschaulicht. Die Wand über dem Generalumschalter ist mit Holz verkleidet, an derselben sind die Leitungen theils gekrampt, theils mit isolirten Metallklemmen befestigt. Die Leitungen vom Maschinenraum nach den Arbeitszimmern im ersten Stock laufen in einem Kanal, in dem sowohl die Verlegung in Papierrohr, wie auf Porzellanrollen vorgeführt ist. Die Lichtleitung nach dem Experimentirtisch im grossen Hörsaal ist in eisenarmirtem Bergmannrohr wasserdicht und geschützt verlegt. Im kleinen Hörsaal fand die Verlegung der Lichtleitung nach System Peschel mit sogenannten Ringisolatoren statt. Die Leitungen des Wechselstromzimmers, sowie des Photometerraums sind in Papierrohr verlegt, zu den Gehrungen und Abzweigungen sind Adt'sche Normalstücke verwendet, während die Befestigung der Rohre theils durch Bergmann'sche theils durch Adt'sche Klammern hergestellt ist. Die Licht- und Motoren-Strom zählenden Elektrizitätsmesser sind neben den Gasmessern des Institutes im Souterrain angebracht, woselbst sich noch ein Vertheilungsschaltbrett für den städtischen Strom befindet.

Für die Beurtheilung der Qualität der Schüler dürften die nachstehenden Angaben aus der sorgfältig geführten Statistik von Interesse sein.

Die von den 202 bisher unterrichteten Schülern vor Eintritt in die Lehranstalt aufgewendete Zeit für praktische Thätigkeit einschliesslich der Lehrzeit beträgt im Durchschnitt 8 Jahre. Nur 15 hatten eine praktische Arbeitszeit von 3 Jahren.

Demgemäss ist auch das Durchschnittsalter ein für die Aufnahmefähigkeit des Unterrichtsstoffes sehr günstiges, nämlich 23$^{1}/_{2}$ Jahre.

Dieser Vortheil, insbesondere das Vorhandensein einer reicheren praktischen Erfahrung, im Verein mit dem Umstande, dass aus einer grösseren Zahl angemeldeter Schüler nur eine beschränkte Anzahl — selbstverständlich die geeignetst erscheinenden — wirklich aufgenommen wird, wodurch allein eine Individualisirung nach den Anlagen und Neigungen möglich ist, scheint auch die elektrotechnische Industrie zu befriedigen. So sind in all' den grossen Etablissements vielfach 20 Schüler und mehr in den verschiedensten Stellungen untergekommen, bei Siemens & Halske, bei der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft, bei Schuckert, bei Lahmeyer, bei Pollak, bei Hartmann & Braun; in letzterer Firma grösstentheils als Laboratoriums-Assistenten. Andere haben es zu Betriebsleitern kleinerer städtischer Elektrizitätswerke gebracht.

Der Aufwand für jeden Schüler erreicht freilich auch den hohen Betrag von 700 Mark, während ihm eine Einnahme von nur 160 Mark gegenüber steht.

Physikalisches und Chemisches Institut.

Ausser der Elektrotechnischen Lehr- und Untersuchungsanstalt unterhält der Physikalische Verein, wie bereits Eingangs erwähnt, ein Physikalisches und ein Chemisches Institut, das erstere unter Leitung von Professor Dr. Walter König, das letztere unter Professor Dr. Freund. Beide Dozenten, hervorragende Experimentatoren, halten wöchentlich zweimal akademische Vorlesungen, semesterweise die verschiedenen Disciplinen der experimentellen Physik wechselnd, beziehungsweise organische und anorganische Chemie, neuerdings auch über Elektrochemie.

Dem physikalischen Institut untersteht auch die meteorologische Abtheilung, welche demnächst eine Ballonstation zu errichten beabsichtigt, ferner die periodische astronomische Zeitbestimmung, sowie ein mit grossen Mitteln ausgerüstetes Röntgen-Laboratorium, das den Aerzten täglich zur Verfügung steht. Bekanntlich war Professor König einer der ersten, und durch die nach ihm benannte Platte am erfolgreichsten in der Nutzbarmachung der Wirkung der X-Strahlen für die ärztliche Diagnostik.

Ein akademisch gebildeter Assistent, sowie ein Mechaniker und ein Gehilfe in einer eigenen Werkstätte stehen dem Dozenten zur Verfügung.

Das chemische Institut enthält zwei grössere Uebungslaboratorien mit 20 Arbeitsplätzen ausgerüstet, die fortwährend theils von Studirenden, theils von solchen, die specielle Untersuchungen auszuführen beabsichtigen, eingenommen sind.

Der Dozent für Chemie wird in der Leitung des chemischen Praktikums durch zwei Assistenten und zwei Laboranten unterstützt.

Aus dem chemischen wie auch aus dem physikalischen Laboratorium sind zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten und Dissertationen hervorgegangen.

Parterre.

Allgemeines.

Einen besonderen Reiz für die Mitglieder des Vereins haben allezeit die populären Vorträge gehabt, welche jeden Samstag Abend abwechselnd von den drei Dozenten über neue Erfindungen und Entdeckungen auf ihren Spezialgebieten gehalten werden.

Die Räume aller drei Abtheilungen des Physikalischen Vereins sind, obwohl das Institut erst im Jahre 1887 neu erbaut wurde, längst zu eng geworden. Der Etat ist seit dieser Zeit, insbesondere aber seit der Errichtung der elektrotechnischen Lehranstalt von 19000 Mk. pro Jahr auf 45000 Mk. gestiegen, welche Summe nur zum kleineren Theile durch städtische und staatliche Subventionen und durch die Schüler- und Praktikanten-Honorare, vielmehr hauptsächlich durch die Mitgliederbeiträge sowie durch die aus edlem Bürgersinn entsprungenen ausserordentlichen Zuwendungen gedeckt wird. Dankbar sei an dieser Stelle des kürzlich vom Verband Deutscher Elektrotechniker bezeugten Wohlwollens gedacht.

Die namhaftesten Gelehrten auf dem Gebiete der exakten Naturwissenschaften zählt der Verein zu seinen Ehrenmitgliedern.

Der nicht leichten und zeitraubenden Leitung des Vereins, welche von den gewählten Vorstandsmitgliedern im Ehrenamt und seit Decennien gewohnheitsgemäss

in aller Stille ausgeübt wird, ist im vorigen Jahre anlässlich des Ferienkursus für Naturwissenschafts-Lehrer der höheren Bildungsanstalten aller preussischen Provinzen von Seiten des Herrn Kultusministers eine Anerkennung gezollt worden durch die Verleihung des Professortitels an den langjährigen Vorsitzenden Dr. phil. Petersen.

Zu seinem Theile wird der Physikalische Verein wie bisher so auch ferner an der Verbreitung der Elektrizitätslehre und an der Förderung der Elektrotechnik in Frankfurt a. M. mitwirken.

DIE ELEKTRISCHEN EINRICHTUNGEN

DER

REICHS-POST- UND- TELEGRAPHENANSTALTEN

IN

FRANKFURT AM MAIN.

I. Telegraphie.

Das Staats-Telegraphenwesen in Frankfurt kann in diesem Jahre auf eine fünfzigjährige Thätigkeit zurückblicken. Nachdem die am 27. Juli 1848 eingeleiteten Verhandlungen wegen Herstellung einer elektrischen Telegraphenlinie von Berlin nach Frankfurt zu einem Vertrage zwischen der Königlich Preussischen Regierung und der Freien Stadt Frankfurt geführt hatten, erfolgte noch im nämlichen Jahre in Frankfurt die Eröffnung der ersten Telegraphenanstalt. Sie diente zunächst nur der Beförderung von Staatstelegrammen. Schon im folgenden Jahre (am 1. September 1849) wurde die Benutzung des Telegraphen dem Publikum freigegeben. Die erste Preussische Telegraphenstation befand sich neben dem früheren Main-Weser-Bahnhof in dem Seitenbau der ehemals von Blittersdorff'schen Behausung an der Taunusanlage No. 4. In zwei Zimmern, für welche eine Miethe von 25 Gulden jährlich bezahlt wurde, fand der gesammte Telegraphenbetrieb, bestehend aus einem Siemens'schen Zeiger-Apparat und einer Leitung nach Berlin mit einer Bedienung von zwei Beamten, Unterkunft. Aus diesem kleinen Anfang hat sich im Laufe der Jahre das heutige bedeutende Telegraphenamt Frankfurt als ein hervorragendes Glied des telegraphischen Weltverkehrs entwickelt. Seine Betriebsräume sind in dem neuen Reichspostgebäude an der Zeil untergebracht. In Folge seiner weitverzweigten Leitungsverbindungen, seiner umfassenden Betriebsmittel und des gewaltigen Verkehrs, der ununterbrochen Tag für Tag durch seine Räume fluthet, gehört es zu den bedeutendsten Verkehrscentren dieser Art in Europa. In Deutschland wird es an Bedeutung und Geschäftsumfang nur von dem Haupt-Telegraphenamt in Berlin übertroffen.

Das Telegraphenamt ist hervorragend an der Abwicklung des internationalen Telegrammverkehrs betheiligt. An der historischen Grenzlinie zwischen Nord- und Süddeutschland gelegen, ist es aber auch die wichtigste Vermittlungsstätte zwischen diesen beiden Gebieten. Neben dem Durchgangsverkehr ist der Lokaltelegrammverkehr des alten, immer noch in weiterer Entfaltung begriffenen Handelsemporiums am Main einer der bedeutendsten in Deutschland.

Die Gesammtzahl der von dem Telegraphenamt beförderten Telegramme hat sich im Jahre 1897 auf 7095678 belaufen. Zur Bewältigung des Verkehrs werden 430 Beamte und Unterbeamte beschäftigt.

Das Telegraphenamt steht in unmittelbarer, theilweise mehrfacher Leitungsverbindung mit nachgenannten grösseren Städten des In- und Auslandes:

Aachen, Baden-Baden, Berlin (8 Ltgn.), Braunschweig, Bremen, Breslau, Cassel, Chemnitz, Coblenz (4 Ltg.), Cöln (3 Ltgn.), Crefeld (2 Ltgn.), Darmstadt (2 Ltgn.), Dortmund, Dresden, Düsseldorf (2 Ltgn.), Duisburg, Elberfeld, Emden (2 Ltgn.), Erfurt (2 Ltgn.), Freiburg (Breisgau), Giessen (2 Ltgn.), Göttingen, Halle, Hamburg (2 Ltgn.), Hannover, Heidelberg (3 Ltgn.), Karlsruhe (3 Ltgn.), Konstanz (2 Ltgn.), Leipzig, Magdeburg, Mainz (5 Ltgn.), Mannheim (4 Ltgn.), Metz (2 Ltgn.), Münster, Mühlhausen (Elsass), Nordhausen, Saarbrücken (3 Ltgn.), Strassburg, Wiesbaden (2 Ltgn.); Augsburg, Bamberg, Fürth, Ludwigshafen, München, Nürnberg, Regensburg, Speyer, Würzburg, Heilbronn, Stuttgart; Amsterdam (2 Ltgn.), Antwerpen, Basel, Brüssel (2 Ltgn.), London (4 Ltgn.), Mailand, Paris (2 Ltgn.), Prag, Rom, Wien (2 Ltgn.), Zürich. Daneben sind noch zahlreiche Leitungen nach vielen mittleren und kleineren Städten der Provinzen Hessen-Nassau und Rheinland, der Grossherzogthümer Baden und Hessen-Darmstadt, sowie des Königreichs Bayern vorhanden. Im Ganzen endigen im Telegraphenamt 183 Leitungszweige; hiervon dienen 149 dem Frankfurter Betriebe, die übrigen Leitungen sind zu Untersuchungszwecken eingeführt oder auf Uebertragung geschaltet.

Sämmtliche Leitungen treten in das Telegraphenamt unterirdisch ein. Die oberirdische Führung endet bereits ausserhalb der Vorstädte; von hier aus werden die Leitungen durch sieben- und vierzehnaderige Kabel mit Guttapercha- oder Faserstoffisolirung fortgesetzt. In den inneren Stadttheilen und in Bockenheim sind die Kabel zum Schutz gegen äussere Beschädigungen in Rohrstränge eingelegt. Letztere bestehen aus gusseisernen Röhren von 4,0 m Baulänge und 150 bis 400 mm lichter Weite. Zahlreiche gemauerte Brunnen ermöglichen das Einziehen der Kabel und die Anfertigung der Löthstellen zwischen den einzelnen Kabelstücken.

Zur Verhütung von Beschädigungen der Kabel durch atmosphärische Elektrizität sind an den Endpunkten der oberirdischen Leitungen Stangenblitzableiter eingeschaltet. Im Telegraphenamt sind sämmtliche Leitungen zunächst an sogenannte Platten-Blitzableiter geführt, deren breite mit kreuzenden Reifelungen versehene Flächen einen überaus wirksamen Schutz der technischen Amtseinrichtungen bilden. Von den Blitzableitern führen die Leitungen zu einem zusammenhängenden System von Linienumschaltern, mittels welcher die Verbindung der Leitungen je nach Bedarf mit den Betriebs-, Uebertragungs-, Untersuchungs- und Messapparaten erfolgt.

Bei dem Telegraphenamte sind:

80 Hughesapparate,
127 Morseapparate,
23 Klopferapparate,
39 Relais zu Uebertragungs- und sonstigen Zwecken,
11 Fernsprechapparate zu Mikrophonbetrieb mit den zugehörigen zahlreichen Nebenapparaten aufgestellt.

Zur Verbindung der Apparate untereinander und mit den Umschaltern dienen ein- und vieraderige Kabel mit Guttaperchaisolirung und Bleimantel. Die Kabel liegen in Holzrinnen unter der Bedielung der Säle. Zur Montirung der Apparattische ist 1,5 mm starker blanker Kupferdraht verwendet worden.

Zum Messen der oberirdischen Leitungen werden mehrere vollständige Messsysteme einfacher Art verwendet, welche zum Theil in tragbare Holzkisten eingebaut

sind. Zum Messen der unterirdischen Telegraphenleitungen ist ein besonderes Messzimmer mit den Apparaten für die genaue Beobachtung des elektrischen Verhaltens der Kabel und für Fehlerortsbestimmungen eingerichtet. Daneben ist eine fahrbare Messeinrichtung zur Eingrenzung von Fehlern auf freier Strecke vorhanden.

Als Stromquellen dienen:

Sammler,
Kupfer (Meidinger) -Elemente,
Kohlen (Leclanché) -Elemente,
Gassnersche Trockenelemente.

Zum Betriebe der Hughesleitungen sowie der Klopfer- und Morseleitungen für Arbeitsstrom werden seit dem Jahre 1893 mit grossem Erfolg Sammler verwendet. Es sind zwei Batterien — eine positive und eine negative — von je 80 Zellen aufgestellt. Die verwendete Form, Construktion Boese, ist infolge ihrer kleinen Abmessungen und des grossen Abstandes der Elektrodenplatten für Telegraphenzwecke besonders geeignet. Jedes Sammlerelement enthält eine positive und zwei negative Platten von je 12 cm Höhe, 9,5 cm Breite und 5—6 mm Stärke mit bandförmigen Polansätzen. Die Platten sind in die senkrechten Nuten rechteckiger Gefässe aus gepresstem Glas so eingeschoben, dass sie den Boden der letzteren nicht berühren können. Zum Verschluss der Glasgefässe dienen gläserne Deckel mit Oeffnungen für die Polansätze der Elektroden und zum etwaigen Nachfüllen von Flüssigkeit. Die Beschickung und Verbindung der Zellen ist in der bekannten Weise ausgeführt. Diese Sammler haben ein Gewicht von 3,5 kg; sie besitzen eine Kapazität von 15 Ampère-Stunden bei 1 Ampère Lade- und Entladungsstrom und einem inneren Widerstand von etwa 0,05 Ohm.

Die einzelnen Zellen sind in Glasschränken auf Ebonitrohren in solchem Abstand an der Rückwand der Schränke aufgestellt, dass sie von hinten her durch eine kleine Glühlampe beleuchtet werden können. In jeder Reihe befinden sich 10 Sammler, welche zusammen eine Spannung von rund 20 Volt darstellen. Die Reihen sind durchlaufend mittels isolirter dicker Kupferdrähte verbunden. Der negative Pol der einen und der positive Pol der anderen Batterien sind dauernd an Erde geschaltet. Mit jedem zehnten Sammler und den freien Polen der Gesammtbatterien stehen Kupferdrähte in Verbindung, welche die Stromzuführungen zu den Betriebsapparaten bilden. An den letzteren können demnach Spannungen von +20, +40, +60, +80, +100, +120, +140, +160 Volt und —20, —40, —60, —80, —100, —120, —140, —160 Volt abgenommen werden.

Da Kurz- oder Erdschliessungen in den Telegraphenleitungen und technischen Einrichtungen leicht vorkommen können, andererseits eine Erhöhung des Widerstandes der Stromquellen nicht von grossem Belang ist, so sind in die Stromzuführungen zu den Betriebsapparaten Sicherheitswiderstände (1 Volt auf etwa 1 Ohm) in Form von Glühlampen eingeschaltet.

Kurzschlüsse werden durch ein in die Erdleitung der Sammlerbatterien eingeschaltetes Relais angezeigt, welches einen Wecker in Thätigkeit setzt, sobald die Stromstärke 1 Ampère erreicht hat. Ausserdem beginnen in solchen Fällen die als Vorschaltewiderstände dienenden Glühlampen zu leuchten. Der mit Kurzschluss behaftete Theil muss natürlich sofort von der Sammlerbatterie getrennt werden.

Die Ladung der Sammler erfolgt in Abtheilungen von je 40 Zellen mit Hülfe von insgesammt 840 Kupfer (Meidinger)-Elementen.

Die Verbindungen der Betriebsapparate mit den entsprechenden Batterieabzweigungen werden mittels grosser Umschalter bewirkt, die neben den Linienumschaltern an der Hauptumschaltestelle angeordnet sind.

Die Speisung der Telegraphenleitungen aus Sammlern hat sich durchaus bewährt. In der fast fünfjährigen Betriebszeit haben sie nicht einen Augenblick versagt; bis jetzt ist noch kein Sammler ausgewechselt worden. Um jedoch allen Möglichkeiten begegnen zu können, ist — abgesehen von einer aus 10 Sammlern bestehenden kleinen Ersatzbatterie — eine Aushülfsbatterie von 1000 Kohlen (Leclanché)-Elementen, in Reihen zu 10 nebeneinander geschaltet, bis auf die Flüssigkeit gebrauchsfertig bereitgestellt. Diese Batterie kann im Bedarfsfall in kürzester Zeit für eine der beiden Sammelbatterieen eingeschaltet werden.

Für den Betrieb der Ruhestromleitungen, die aus Sammlern noch nicht gespeist werden, sind 400 Kupferelemente und ferner für besondere Zwecke noch 450 Kupferelemente, 50 Kohlenelemente und 30 Trockenelemente aufgestellt.

Ausser dem Telegraphenamt befinden sich in Frankfurt noch Telegraphenbetriebsstellen bei sämmtlichen Stadt-Postanstalten (einschliesslich Bockenheim, Sachsenhausen und Bornheim). In dem Empfangsvorraum des Hauptbahnhofs besteht ferner eine für Post und Eisenbahn gemeinschaftliche Telegramm-Annahmestelle, deren telegraphischer Verkehr mit dem Telegraphenamt durch Hughesapparate vermittelt wird. Endlich ist noch die Zweigstelle des Telegraphenamts in der neuen Börse zu erwähnen, wo zur Abwickelung des äusserst regen Börsen-Telegrammverkehrs mit sämmtlichen bedeutenden Börsenplätzen des In- und Auslandes 11 Hughesapparate und mehrere Morseapparate aufgestellt sind.

II. Rohrpost.

Zur Erleichterung und Beschleunigung des Verkehrs zwischen den räumlich weit getrennten Geschäftsstellen des Telegraphenamts im Postgebäude an der Zeil einerseits, sowie zwischen diesem und der Telegraphenbetriebsstelle in der Börse andererseits, dient eine Rohrpostanlage, welche nach einem neuen, hier zum ersten Male benutzten System eingerichtet ist. Während die bisher gebräuchlichen Rohrpostanlagen der Reichs-Post- und Telegraphenverwaltung in Einzelrohrsträngen nur dann Luftverdünnung oder Luftverdichtung anwenden, wenn Rohrpostzüge befördert werden, kreist in den doppelten Rohrleitungen der hiesigen Anlage ein ununterbrochener Luftstrom, der durch Gebläse unterhalten wird. Diese Einrichtung gewährt den grossen Vortheil, dass jederzeit Telegrammbüchsen in beliebigen Abständen befördert werden können. Dadurch erreicht die Anlage einen hohen Grad von Leistungsfähigkeit.

Es bestehen zwei Rohrpostverbindungen; die eine verbindet innerhalb des Postgebäudes die Apparatsäle mit der Telegrammannahmestelle, die zweite dient zur Vermittelung des Telegrammverkehrs zwischen dem Telegraphenamt und der Börse. Die maschinelle Einrichtung ist für beide Rohrstränge gemeinsam. Es

sind zwei Jägersche Hochdruckgebläse aufgestellt, welche durch einen an das Städtische Elektrizitätswerk angeschlossenen Elektromotor der Firma Brown, Boveri & Cie. von 6 PS. mit zwischengeschaltetem Vorgelege angetrieben werden. In der Regel wird für beide Rohrpostverbindungen nur ein Gebläse gebraucht; das andere dient dann als Ersatz. Im Bedarfsfall können aber beide Gebläse in der Weise in Thätigkeit treten, dass entweder jede Rohrpostverbindung durch das zugehörige Gebläse oder eine Rohrpostverbindung durch beide Gebläse gemeinsam betrieben wird.

Die Rohrstränge der Anlage bestehen aus schmiedeeisernen Rohren von 65 mm lichter Weite und 74 mm äusserem Durchmesser in Einzellängen von 5 m. An den sorgfältig gearbeiteten Stossstellen sind die Rohre mit starken aufgelötheten Flantschen versehen, welche paarweise durch 4 Bolzenschrauben verbunden sind. Ein luftdichter Abschluss dieser Stellen wird durch zwischengelegte Gummiringe erzielt.

Jede Betriebsstelle der Rohrpostanlage ist mit einem Aufgabeapparat, einem Empfangsapparat und zwei Druck- oder Vacuummessern ausgerüstet. Zur Beförderung der Telegramme dienen Lederbüchsen.

Der Aufgabeapparat bildet in der Hauptsache eine Vorkammer zur Rohrleitung. Diese Vorkammer ist oben durch einen Deckel und unten durch einen Schieber luftdicht abgeschlossen. Nach Oeffnung des Deckels werden die Rohrpostbüchsen in die Aufgabekammer eingelegt. Darauf wird der Deckel geschlossen und der Schieber zugedrückt. Die Büchse fällt dann durch einen Trichter in die Rohrleitung, sie wird vom Luftstrom erfasst und befördert.

Der Empfangsapparat enthält zwei Kammern übereinander. Die obere stellt eine Erweiterung der Rohrleitung dar; sie ist mit einem Fenster aus starkem Glase versehen, durch welches das Innere besichtigt werden kann. Die ankommenden Büchsen fallen auf den luftdicht schliessenden Boden dieser Kammer. Durch Drehung des Bodens gelangen sie in die untere Kammer, welche nach aussen eine mit Gummidichtung versehene Klappe besitzt, nach deren Oeffnung die Büchse über den eine schiefe Ebene bildenden Boden auf den Empfangstisch rollt.

Zur Verhütung der sonst unvermeidlichen Wasserkondensation in den Fahrrohren dient eine Kühlanlage, welche der Luftstrom gleich nach seinem Austritt aus dem Gebläse zu durchlaufen hat. Sie besteht aus engen schmiedeeisernen Rohren, welche als Schleifen in den Erdboden des Posthofes eingelegt sind. Die Luftkühlung in der Anlage kann durch Ab- und Zuschalten von Schleifen nach Bedarf regulirt werden. Das in der Kühlanlage kondensirte Wasser wird von Zeit zu Zeit durch ein Ventil abgelassen.

III. Fernsprechamt.

Zu den Städten, zu denen das neue Verkehrsmittel des Fernsprechers zuerst zur Einführung gelangte, gehört Frankfurt, dessen Stadt-Fernspreecheinrichtung am 1. August 1881 mit 50 Sprechstellen dem Verkehr übergeben wurde. Die Zahl der Anschlüsse wuchs von Jahr zu Jahr, der Verkehr von Ort zu Ort wurde auf-

genommen und fand rasche Ausdehnung. So bildete sich aus kleinen Anfängen das heutige Stadt-Fernsprechamt heraus, welches eines der grössten in Deutschland ist und sowohl für den Nahverkehr zwischen Theilnehmern, die innerhalb und ausserhalb der Stadt unmittelbar angeschlossen sind, wie auch als Knotenpunkt in grösserem Verkehr besondere Bedeutung erlangt hat. Das Stadt-Fernsprechamt ist im Nord- und Ostflügel des Posthauses an der Zeil untergebracht. Für die Einführung der zahlreichen und in jedem Jahre sich erheblich vermehrenden Anschlussleitungen dient ein besonderer Fernsprechthurm von 50 m. Höhe. Bei seiner Mächtigkeit und besonderen Bauart bietet er im Stadtbilde von Frankfurt einen interessanten Punkt. Der Thurm bietet Raum für die oberirdische Einführung von rund 6000 Leitungen. Gegenwärtig beläuft sich die im fortwährenden Steigen begriffene Zahl der Anschlüsse auf etwa 4500. Zum Anschluss der Sprechstellen an das Vermittlungsamt dienen 230 Km. Linie und 6300 Km. Leitungen. 46 Doppelleitungen vermitteln den Sprechverkehr mit rund 130 Orten Deutschlands, darunter sämmtliche Hauptorte Süd- und Westdeutschlands, ferner Cassel, Nordhausen, Halle (Saale), Berlin, Hannover, Hamburg, sowie zahlreiche andere Orte Mittel- und Norddeutschlands; eine Verbindung nach Basel ist in der Ausführung begriffen, der Anschluss nach Wien zu erwarten. Die Zahl der täglich zu vermittelnden Gespräche beträgt im Stadtverkehr rund 88000, im Fernverkehr rund 6000. Zur Bewältigung dieses Verkehrs sind 36 Beamte und Unterbeamte, ausserdem 145 Fernsprechgehülfinnen, beschäftigt.

Sämmtliche Anschluss- und Verbindungsleitungen sind in das Vermittelungsamt oberirdisch eingeführt. Die blanken 1,5 mm starken Bronzedrahtleitungen endigen an den Abspannisolatoren des Thurmgerüstes. Von letzterem erfolgt die Weiterführung der Leitungen mittels inductionsfreier 27aderiger Gummikabel, welche in Holzkanäle und Schächte eingelegt sind, bis zu der Umschaltestelle im Thurmzimmer oberhalb des Vermittelungsamts. Zum Schutz der technischen Einrichtungen gegen Beschädigungen durch atmosphärische Elektrizität sind hier zunächst in alle Anschlussleitungen Blitzableiter für Spitzenentladung eingeschaltet; daneben enthält ein Theil der Leitungen noch Blitzschutzvorrichtungen in Gestalt von Abschmelzröllchen. Es sind im Ganzen 113 Blitzableiter zu 50 Leitungen aufgestellt. Die Anschlussleitungen treten so geordnet in den Umschalteraum ein, wie sie in den Isolatorenreihen am Kuppelgerüst des Fernsprechthurmes liegen; sie müssen aber in richtiger Nummerfolge an die Umschaltetafeln geführt werden. Die Ordnung der Leitungen nach Nummern geschieht innerhalb eines eisernen Umschaltegestelles mit Hülfe von asbestumflochtenen Wachsdrähten.

In dem geräumigen Fernsprechsaal für den Ortsverkehr sind 30 Vielfach-Umschaltetafeln nach dem Zweischnursystem mit einer Gesammtaufnahmefähigkeit für 6000 Leitungen aufgestellt. Die Schaltung dieser Tafeln ist derart getroffen, dass alle Anschlussleitungen sämmtliche Umschaltetafeln durchlaufen und an jeder derselben verbunden werden können. Zu der Verbindung der Umschaltetafeln untereinander und mit dem Umschaltegestell ist inductionsfreies 21aderiges Seiden-Baumwoll-Staniol-Kabel verwendet worden. An jeder Tafel sind 200 Leitungen auf Anrufklappen geschaltet, an Tafel I Leitungen 0—199, an Tafel II 200—399 u. s. f. Die Leitungen werden an der Tafel bedient, wo sie ihre Anrufklappe

haben. Zu diesem Zwecke sind an jeder Tafel drei Arbeitsplätze für das Fernsprechpersonal eingerichtet. Alle Beamte können sämmtliche Verbindungen im Ortsverkehr, welche in ihrer Leitungsgruppe verlangt werden, von ihrem Platze aus ohne Mitwirkung anderer Beamten ausführen. An den Umschaltetafeln werden Kopfhörer und Pendelmikrophone gebraucht; erstere lassen sich mittels eines über den Kopf reichenden federnden Bügels am Ohr festklemmen und letztere in passender Höhe vor den Umschaltetafeln aufhängen. Die technischen Einrichtungen des Vermittelungssaales sind grösstentheils von der Firma R. Stock & Co. in Berlin geliefert und montirt. Der Fernverkehr wird, getrennt vom Ortsverkehr, in einem besonderen Saale abgewickelt. Daselbst sind 21 Umschalter für je zwei Doppelleitungen (System Mix & Genest) aufgestellt. Diese Tafeln sind in Pultform angefertigt und haben je einen Arbeitsplatz. Zur Einführung der Verbindungsleitungen vom Abspanngerüst aus dienen einaderige Kabel mit Guttaperchaisolation und Bleimantel. Für jeden Zweig der Verbindungsleitungen besteht unterhalb der Einführung dreifacher Schutz gegen Entladungen atmosphärischer Elektrizität. Hintereinander sind eingeschaltet: Plattenblitzableiter, Spitzenblitzableiter und Abschmelzröllchen. Die Verbindungsleitungen nach Orten mit elektrischen Strassenbahnen sind ausserdem noch mit Schmelzsicherungen zum Schutze gegen Starkströme versehen.

Die gesammten technischen Einrichtungen des jetzigen Stadt-Fernsprechamts entsprechen dem neuesten Stande der Technik. Bewährte Verbesserungen des Betriebes werden hier in erster Reihe zur Einführung gebracht; so steht jetzt die Ersetzung der primären Elemente in den Mikrophonen und Weckbatterien des Amts durch Sammler, welche aus dem städtischen Elektrizitätswerk geladen werden sollen, ferner der Austausch der gewöhnlichen Fernsprechwecker gegen polarisirte, bevor.

Aus Anlass der Leitungsvermehrungen für den Fernverkehr müssen die Räume noch im laufenden Jahre zur Aufstellung von acht neuen Fernschränken erweitert werden. Angesichts des stetigen bedeutenden Aufschwunges des Fernsprechwesens überhaupt und insbesondere der raschen Zunahme der Stadt-Fernsprechanschlüsse (jährlich über 800) werden die jetzt vorhandenen Diensträume des Stadt-Fernsprechamtes sowie der Fernsprechthurm in naher Zeit nicht mehr aufnahmefähig sein. Es wird daher beabsichtigt, das bestehende Vermittelungsamt durch ein neues zu ersetzen, welches die zwei- bis dreifache Zahl der jetzigen Anschlüsse aufzunehmen vermag und das neue Amt mit Umschaltetafeln in Tischform statt der jetzigen in Schrankform auszurüsten.

Da die oberirdische Heranführung von Anschlussleitungen nach Vollbesetzung des Thurmes nicht mehr angängig ist, muss zu der versenkten Führung der Leitungen übergegangen werden. Die unterirdische Anlage gelangt schon in diesem Jahre theilweise zur Ausführung. Es sollen hierzu Cementkanäle aus Formstücken mit Betonunterlage hergestellt werden, in welche Fernsprecherdkabel mit je 224 Doppelleitungen eingezogen werden.

Das Fernsprechwesen in Frankfurt wird somit nach allen Seiten hin gerüstet sein, um mit verstärkten Betriebsmitteln seiner weiteren Entfaltung und den fortgesetzt herantretenden Anforderungen gerecht zu werden.

IV. Elektrische Beleuchtung der Bahnpostwagen.

Die Reichspostverwaltung ist nach eingehenden Vorversuchen schon vor mehreren Jahren dazu übergegangen, in den Bahnpostwagen, welche unter den Beförderungseinrichtungen der Reichspost eine hervorragende Stelle einnehmen, die mit mancherlei Mängeln behaftete Fettgasbeleuchtung durch die den Anforderungen des Betriebs und der Hygiene in weitgehendstem Masse entsprechende elektrische Beleuchtung mittels Sammlerbatterien zu ersetzen. Zu denjenigen Städten, in welchen die neue Einrichtung zuerst zur Einführung gelangte, gehört Frankfurt, wo im November 1894 eine Ladestelle für Sammler zur Beleuchtung der zum Frankfurter Bahnpostamte gehörigen Bahnpostwagen dem Betriebe übergeben wurde.

Die Ladestelle ist im Kellergeschoss des Postgrundstückes am Hauptbahnhof untergebracht.

Der vom Städtischen Elektrizitätswerk gelieferte hochgespannte Wechselstrom treibt nach der Umformung auf niedrige Spannung einen Wechselstrommotor an, dessen Achse mit einer Gleichstrommaschine verkuppelt ist. Letztere liefert Strom bis zu 150 Ampère von 45—50 Volt Spannung. Neben der Maschine sind ein Elektrizitätszähler und die Schalt-, Regulir- und Messapparate angebracht. Zu Aushülfszwecken und um bei Störungen im Städtischen Elektrizitätswerk oder in den Kabelzuführungen eine zweite Stromquelle zu besitzen, ist ausserdem eine Gaskraftmaschine zu 12 PS. zum Betriebe einer Gleichstrommaschine zu 180 Ampère bei 45 bis 50 Volt Spannung aufgestellt. Beide Anlagen stehen durch Kabel in Verbindung mit zwei Hauptvertheilungsschienen, von denen Abzweigungen zu den einzelnen Ladestromkreisen abgehen. Jeder Stromkreis enthält im Wesentlichen zwei Bleisicherungen, einen Haupt-Ein- und -Ausschalter, einen Strommesser zu 10 Ampère, einen automatischen Quecksilberschalter, einen Regulirwiderstand zu 6 Ohm und einen Voltmesserschalter. Sämmtliche Apparate sind übersichtlich über den zur Aufnahme der Batterien bestimmten Holzgestellen angeordnet. Zur Prüfung der Spannung der Batterien während der Ladung dient ein besonderer für alle Stromkreise gemeinschaftlicher Voltmesser (Messbereich bis 50 Volt).

Zum Zweck der Ladung wird die Batterie in ein freies Fach der Holzgestelle eingesetzt und mit den am Gestell angebrachten Klemmen durch isolirte Drähte verbunden. Nachdem am Voltmesser des Hauptschaltbrettes festgestellt ist, dass in der Netzleitung die erforderliche Spannung von 45 Volt herrscht, wird der Stromkreis geschlossen und der Widerstand so regulirt, dass der Strommesser 6 Ampère anzeigt. Eine vollständig erschöpfte Batterie wird bei einer Ladestromstärke von 6 bis herab zu 3 Ampère in 20 bis 22 Stunden geladen, für die Ladung weniger beanspruchter Batterien genügen in der Regel 10—16 Stunden, um die Batterie auf die Spannung von 40 Volt zu bringen.

Die Batterien sind nach dem System Boese (deutsches Reichs-Patent No. 78865; Fabrik Accumulatoren- und Elektrizitätswerke Aktiengesellschaft vormals W. A. Boese & Co. in Berlin) gearbeitet. Jede Batterie besteht aus 4 Kasten mit je 4 Zellen zu 9 Platten im Gewicht von zusammen 184 kg. und besitzt bei 32 Volt Spannuug eine Kapazität von 120 Ampère-Stunden, die Zellen sind in Celluloid eingebaut und oben durch einen Deckel aus der gleichen Masse dicht

abgeschlossen bis auf eine Oeffnung für jede Zelle, durch die Säure nachgegossen oder ein Aräometer behufs Messung der Säuredichte eingeführt werden kann. Um das Ausspritzen von Säure während der Beförderung der Batterien zu verhüten, werden die Oeffnungen mit Celluloidstopfen verschlossen. An den Längsseiten der Kasten sind Schlitze und Bohrlöcher vorhanden, durch welche der Zustand der Platten von aussen beobachtet und insbesondere festgestellt werden kann, ob Plattenmasse auf den Boden der Zellen niedergefallen ist. Die Kasten sind mit Handgriffen und an der Stirnseite mit einem Holzblock versehen. Durch letzteren wird verhütet, dass sich bei der Beförderung die gleichfalls an der Stirnseite angebrachten Klemmen mehrerer Kasten berühren und dadurch Beschädigungen der Klemmen und Verbindungen oder Kurzschluss eintreten.

Die Batterien sollen über 120 Brennstunden hinaus nicht beansprucht werden, Bahnposten mit höherem Lichtbedarf haben daher zwei Batterien mitzuführen. Gegenwärtig sind nahezu 100 Batterien beim Frankfurter Bahnpostamt vorhanden, für welche gegen 50 Ladestromkreise eingerichtet sind.

Neuerdings werden zur Beleuchtung von Packetbeiwagen auch Batterien kleinerer Form verwendet. Sie bestehen aus einem Kasten, in welchem 8 Celluloidzellen mit je 4 Platten eingebaut sind. Zur Ladung dieser Batterien (in Hintereinanderschaltung zu zweien) dienen vier der vorhandenen Stromkreise, in die mittels eines Umschalters ein entsprechender Zusatzwiderstand eingeschaltet wird. Als Ladestrom sind $1^1/_2$ bis 3 Ampère erforderlich. Die Spannung der Batterie beträgt 16 Volt, ihre Leistungsfähigkeit 24 Ampèrestunden.

Je nach ihrer Grösse und Bauart werden die Bahnpostwagen mit 4 bis 11 parallel geschalteten Glühlampen ausgerüstet. Die Befestigung erfolgt im Allgemeinen an Wandarmen. Eine oder zwei mit genügend langer biegsamer Doppellitze versehene Lampen dienen zum Ableuchten der Wagen oder zur Verwendung an den Wagenthüren. Die Batterie ist in einem Schrank untergebracht. Die Zuleitungen von der Batterie führen über Bleisicherungen für 15 Ampère zu dem Hauptschalter und demnächst zu den einzelnen Lampen. Die mit Gummi-Isolation und isolirender Umhüllung versehenen Leitungsdrähte liegen, soweit angängig, unter Holzverkleidung. Jede Lampe hat noch einen besonderen Schalter mit einpoliger Sicherung zu 5 Ampère.

Die zur Verwendung kommenden Glühlampen zu 12 NK haben bei einem Energieverbrauch von 30 Volt und 0,66 Ampère eine Oekonomie von $\frac{19,8}{12} = 1,65$ für die Normalkerze. Die Lampen werden nach 130—180 Brennstunden ausser Gebrauch gesetzt.

Die elektrische Beleuchtung der Bahnpostwagen hat sich durchaus bewährt; auch in finanzieller Hinsicht sind günstige Ergebnisse erzielt worden. Störungen von Bedeutung und längerer Dauer sind bisher nicht vorgekommen. Sämmtliche Einrichtungen sind von der Firma: Accumulatoren- und Elektrizitätswerke-Aktiengesellschaft vormals W. A. Boese & Co in Berlin geliefert.

V. Elektrische Lichtanlagen.

Für die Erleuchtung der Eingänge, der Höfe, der Schalterhallen und der mit den letzteren in unmittelbarer Verbindung stehenden Betriebsräume des Postgrundstücks an der Zeil ist elektrisches Licht eingeführt. Die gesammte, zur Zeit aus 63 Bogenlampen und 320 Glühlampen bestehende Beleuchtungsanlage hat die Firma Helios in Cöln (Rhein) geliefert; der elektrische Strom wird vom Städtischen Elektrizitätswerk entnommen.

In nächster Zeit werden die auf dem Postgrundstück am Hauptbahnhof vorhandenen Diensträume des Postamts 9 und des Bahnpostamts 19 eine besondere elektrische Beleuchtungsanlage erhalten. Die Maschinenanlage wird in Verbindung mit der Ladestelle des Bahnpostamts 19 derart eingerichtet, dass sie gleichzeitig für die Beleuchtung der Diensträume und für die Ladung der Sammelbatterien des Bahnpostamts benutzt werden kann.

Die Anlage wird vorerst etwa 400 Glühlampen zu 16 und 25 NK. für die Innenbeleuchtung und 11 Bogenlampen zu 4,5 Ampère zur Erleuchtung des Posthofes und der Einfahrten umfassen. Der höchste Strombedarf ist unter Berücksichtigung des Betriebs der Ladestelle auf etwa 410 Ampère veranschlagt. Die Maschinen sind so bemessen, dass sie für eine Steigerung des Stromverbrauchs um 20 % noch ausreichen. Für die mit 90 Volt Spannung zu betreibende Anlage werden neben den für die Ladestelle bereits vorhandenen maschinellen Einrichtungen noch zwei Gasmotore von je 40 PS. nebst Dynamomaschinen aufgestellt werden; gleichzeitig damit wird die technische Einrichtung und die Maschinenanlage der Ladestelle von der Betriebsweise mit 45 Volt für eine solche mit 90 Volt umgeändert werden. Die Anlage wird von der Firma Accumulatoren- und Elektrizitätswerke-Aktiengesellschaft, vormals W. A. Boese & Co. in Berlin ausgeführt.

REICHSPOST- UND TELEGRAPHEN-ANSTALTEN.

Fernsprechthurm.

DAS
STÄDTISCHE ELEKTRICITÄTSWERK
IN
FRANKFURT AM MAIN.

Innere Ansicht des Maschinenhauses.

I. GESCHICHTLICHES.*)

Die erste Anregung zur Einführung öffentlicher elektrischer Beleuchtung in hiesiger Stadt wurde im Jahre 1882 durch eine Eingabe des Herrn H. G. Möhring gegeben, der sich in einem an den Magistrat gerichteten Schreiben zur probeweisen elektrischen Beleuchtung des Opernplatzes erbot. Bald folgten verschiedene Anträge anderer Firmen, welche sich auf die Errichtung einer elektrischen Centrale bezogen.

Der Magistrat verhielt sich jedoch diesen Anregungen gegenüber zunächst zuwartend. Erst im Jahre 1886 kam die Frage in Fluss, indem eine gemischte Commission, gebildet aus Mitgliedern beider städtischer Collegien, zur Prüfung der Angelegenheit eingesetzt wurde. Auf Antrag dieser Commission erliess der Magistrat im October 1887 ein öffentliches Ausschreiben für die Herstellung eines Elektricitätswerkes. In diesem Ausschreiben wurde den Firmen anheimgegeben, die Art und den Umfang der Beleuchtung, die beanspruchte Dauer der Concession, die Bedingungen und Tarife für die Stromlieferung und für den eventuellen späteren Rückkauf durch die Stadt anzugeben. Unter den eingegangenen Angeboten befand sich auch ein solches der Firma Helios, und hieraus entsprang die erste Anregung zur Anwendung des hochgespannten Wechselstromes für Frankfurt. Auf Grund des durch dieses Ausschreiben gewonnenen Materials wurde die Commission in ihrer Ansicht bestärkt, dass es nicht rathsam sei, die Anlage auf Kosten der Stadt herzustellen und in Regie zu betreiben. Der damals schon beginnende Wettkampf des Wechselstromes mit dem Gleichstrom, der Umstand, dass das Elektricitäts-Werk mit zwei Privat-Gasgesellschaften in Wettbewerb treten müsse, und die grössere Beweglichkeit einer Privatgesellschaft bei der Heranziehung von Consumenten, liessen die Herstellung eines städtischen Werkes weniger zweckmässig erscheinen. Die Commission beantragte daher im Mai 1888, Angebote für die Concessionirung des Baues und des Betriebes einer Centrale mit im Voraus bestimmten Rückkaufs-Bedingungen einzuholen.

Auf Grund der infolge dieses Ausschreibens eingegangenen Angebote und der inzwischen in Berlin und Elberfeld gemachten Erfahrungen, namentlich getragen von der Ueberzeugung, dass in nicht zu langer Zeit mindestens 20000

---

*) Nach amtlichen Aufzeichnungen, insbesondere auch unter Benutzung des Schlussberichts über den Bau des Elektricitätswerkes von W. H. Lindley, (1896).

Lampen an das Werk angeschlossen und damit dessen Lebensfähigkeit sichergestellt sein würde, kam die Commission nunmehr zu der Ansicht, dass es doch rathsam sei, die Centrale auf städtische Kosten zu erbauen und zu betreiben, mit dem Vorbehalt jedoch, den Betrieb der bauenden Firma auf ein Jahr zu übertragen.

Bei allen bis dahin geführten Verhandlungen hatte sich der Missstand bemerkbar gemacht, dass die eingereichten Angebote nicht auf gleicher Basis beruhten. Es wurde deshalb städtischerseits ein ausführliches Bedingnissheft für die Lieferung und Ausführung der Anlage aufgestellt und auf Grund desselben die Firmen zur Einreichung von neuen Angeboten aufgefordert, wobei die Wahl des Systems — ob Gleichstrom oder Wechselstrom — den Firmen freigegeben wurde. Die zum festgesetzten Termin (15. März 1889) eingegangenen neuen Angebote wurden den Herren Professor Dr. Kittler in Darmstadt und Stadtbaurath Lindley hier zur Prüfung überwiesen. Das von diesen Sachverständigen abgegebene Gutachten brachte nach eingehender Abwägung der Vor- und Nachtheile der einzelnen Stromsysteme die Anwendung des Wechselstromsystems in Vorschlag; diesem Gutachten schlossen sich die gemischte Commission und der Magistrat an, und letzterer stellte unterm 14. Juni 1889 bei der Stadtverordneten-Versammlung den Antrag auf Errichtung einer Centrale auf städtische Kosten nach dem Wechselstromsystem. Diesem Antrage wurde indess nicht stattgegeben. Unter dem Einflusse der lebhaften Agitation, welcher die Gegner jenes Projectes entfalteten, wurde vielmehr die Einholung weiterer Gutachten von anderen Sachverständigen, insbesondere auch zwecks Ausarbeitung und Vorlage eines Projectes nach dem Fünfleitersystem beschlossen.

Der neuen Sachverständigen-Commission, bestehend aus den Herren: Professor Ferraris in Turin, Professor Dr. Kittler in Darmstadt, Oberingenieur Uppenborn in München, Professor Dr. Weber in Zürich und Stadtbaurath Lindley, wurde die Aufgabe gestellt, eingehende Untersuchungen anzustellen über die dem Wechselstrom anhaftenden Nachtheile und ferner im Vergleich damit, über die Zweckmässigkeit der Gleichstrom-Umformer, der Akkumulatoren und über die Anwendbarkeit des Fünfleitersystems. Ferner sollte die Commission die verschiedenen in Vorschlag gebrachten Systeme in Bezug auf Kosten, Einfachheit und Zuverlässigkeit prüfen und berichten, welches System für Frankfurt am zweckmässigsten sei. Es würde zu weit führen, hier die Beantwortung der gestellten Fragen wiederzugeben, es genüge, zusammenfassend auszuführen, dass die Sachverständigen die gegen das Wechselstrom-Project von seiten der Gegner insbesondere auch in der Presse erhobenen Bedenken als nicht gerechtfertigt erklärten. Im Einzelnen wurden die behaupteten Gefahren für die Consumenten als im Wesentlichen nicht vorhanden bezeichnet. Auch die Prüfung der Frage der Verwendbarkeit von Wechselstrom-Motoren hatte ein befriedigendes Ergebniss. Ebenso wurden die Wechselstrom-Elektricitäts-Zähler als den Zählern des Gleichstromsystems nicht nachstehend bezeichnet. Hinsichtlich der Verwendung von Akkumulatoren gingen die Ansichten der Sachverständigen weit auseinander; das vorgeschlagene Fünfleitersystem wurde

von den Sachverständigen auf Grund der bisherigen Erfahrungen als nicht zweckmässig bezeichnet. Die Hauptfrage, wie sich die vorgeschlagenen Systeme zu einander verhalten und welches System für Frankfurt am zweckmässigsten sei, vermied die Commission bestimmt zu beantworten, da hierzu das vorgelegte Material nicht ausreiche.

Von neuem und erbitterter als zuvor entbrannte nun der Kampf der Anhänger der verschiedenen Systeme, in welchem nicht nur die Gleichstromfanatiker die Berechtigung des Wechselstroms angriffen, sondern auch die Anhänger der verschiedenen Gleichstromsysteme sich unter einander befehdeten, so zwar, dass die städtischen Behörden sich nicht entschliessen konnten, eine endgültige Entscheidung in der Sache zu treffen. So kam das Jahr 1890 heran und es entstand aus diesen verschiedenen Controversen der Wunsch, in Frankfurt a. M. eine elektrische Ausstellung ins Leben zu rufen, in welcher die verschiedenen Systeme unmittelbar im Betrieb veranschaulicht und besser verglichen werden könnten, als dies bei den kleinen Versuchen der Sachverständigen-Commission möglich war. Während der Ausstellung, die auf das Jahr 1891 verschoben wurde, ruhte die ganze Frage. Nach Beendigung der Ausstellung, auf welcher ein neuer Concurrent, der mehrphasige Wechselstrom (Drehstrom) ins Feld trat, beauftragten die städtischen Behörden die Herren Ingenieur Oskar von Miller in München und Stadtbaurath Lindley, ein generelles Project für die Ausführung des städtischen Elektricitäts-Werks auszuarbeiten, auf Grund dessen die Vergebung der einzelnen Theile erfolgen könnte. Diese beiden Sachverständigen legten drei durchgearbeitete Projecte vor. In diesen sämmtlichen Projecten war die Centrale ausserhalb der Stadt an den Hafen verlegt.

Die vergleichenden Ausarbeitungen umfassten

a. die Versorgung mittelst Wechselstrom-Transformatoren,
b. desgleichen mittelst Akkumulatoren mit directer Stromzuführung,
c. desgl. mittelst Akkumulatoren mit Wechselstrom - Gleichstrom-Umformer.

Auf Grund des Ergebnisses dieser Ausarbeitungen brachten die vorgenannten Sachverständigen das Wechselstrom-Transformatoren-System, als für Frankfurt a. M. am geeignetsten, in Vorschlag.

Diesen Vorschlägen schloss sich die gemischte Commission des Magistrates an, und letzterer stellte unterm 23. August 1892 bei der Stadtverordneten-Versammlung den Antrag, das Elektricitäts-Werk auf städtische Kosten, und zwar nach dem Wechselstrom-Transformatoren-System zu errichten und in eigenen Betrieb zu nehmen.

In Folge erneuter Eingaben einzelner Gleichstrom-Firmen änderte der Magistrat nachträglich seinen Antrag dahin ab, dass nicht nur Angebote für das Wechselstrom-Transformatoren-System, sondern auch für die unter b. und c. vorgeschlagenen Projecte eingeholt werden sollten. Diesem Beschluss trat die Stadtverordneten-Versammlung bei. Die infolge dieses Beschlusses eingegangenen Projecte wurden den beiden obengenannten Sachverständigen zur Prüfung überwiesen, und letztere beantragten mit Bericht vom Januar 1893, das Wechselstrom-

Transformatoren-System mit Secundär-Netz zur Ausführung zu bringen. Die gemischte Commission beschloss, die gesammte elektrische Anlage an die Firmen Ganz & Comp. und Helios, die Dampfmaschinen der Firma G. Kuhn in Stuttgart zu übertragen.

Es sollte dies aber noch immer nicht den letzten, die Herstellung des so dringend nöthig gewordenen Werkes sichernden Beschluss darstellen.

Im März 1893 reichten die Firmen Siemens & Halske und Lahmeyer & Comp. eine gemeinschaftliche Offerte auf Bau und Pachtung eines Werkes mit Wechselstrom-Gleichstrom-Umformern mit Akkumulatoren ein, ebenso die Firma Helios eine ähnliche Offerte nach ihrem Wechselstrom-Einzeltransformatoren-System.

Infolge dessen trat die gemischte Commission auch mit den übrigen betheiligten Firmen Brown, Boveri & Comp. und Schuckert & Comp. in Verhandlung, um auch diese Firmen zur Einreichung von ähnlichen Offerten auf einer vorher festgestellten gleichmässigen Grundlage zu veranlassen. Auf Grund der hierauf eingegangenen Angebote beantragte der Magistrat nach längeren Zwischenverhandlungen unterm 3. October 1893, die Ausführung nach dem Wechselstrom-Transformatoren-Project mit Secundärnetz zu bewirken und die Offerte der Firma Brown, Boveri & Comp. für den Bau und Betrieb des Werkes anzunehmen.

Inzwischen hatte aber der Kampf um das Frankfurter Werk nicht geruht. Die betheiligten Firmen versuchten durch mehrfache Eingaben noch in letzter Stunde die Vortheile der von ihnen vertretenen Systeme und Angebote bei den städtischen Behörden mit Nachdruck geltend zu machen.

Am 12. October 1893 erfolgte endlich die Entscheidung, indem von der Stadtverordneten-Versammlung der Antrag des Magistrats und damit endgültig das Wechselstrom-Transformatoren-System angenommen und die für die Ausführung erforderlichen Mittel bewilligt wurden.

II. AUSFÜHRUNG DER ANLAGE UND DEREN ERWEITERUNG.

Nach obiger Beschlussfassung wurde sofort mit der Detailbearbeitung des Projects vorgegangen und letztere so gefördert, dass am 18. Januar 1894 mit der Herstellung der Condenswasserleitung begonnen werden konnte. Am 27. März 1894 begann der Bau der Centrale seitens der Firma Holzmann & Comp. Am 2. Juli 1894 wurde mit dem Verlegen der Kabel begonnen, nachdem vorher die in den Trottoirs unterirdisch angeordneten Transformatoren-Schächte ausgeführt worden waren. Sämmtliche Arbeiten wurden so gefördert, dass bereits am 12. October die erste Maschine in Betrieb gesetzt und am 16. October erstmals Strom nach der Stadt abgegeben werden konnte. Am 6. November wurde die zweite und am 19. December 1894 die dritte Maschine in Betrieb gesetzt. Der Probebetrieb der Anlage dauerte vom Tage der Betriebseröffnung (16. October 1894) bis zum 1. Januar 1895, an welchem Tage das Werk in regelmässigen Betrieb genommen wurde.

Schon während der Ausführung des ersten Ausbaues ergab sich infolge der zahlreich einlaufenden Consum-Anmeldungen die Nothwendigkeit einer Ausdehnung sowohl der Maschinen-Anlage der Centrale, als auch des Kabelnetzes. Es wurde dementsprechend mit Beschluss vom 22. Juni 1894 die Beschaffung einer vierten Dampf-Dynamo und vier weiterer Kessel und ausserdem im Laufe des Jahres 1894 eine Reihe von Kabelnetzausdehnungen, so insbesondere nach dem Gutleuthöfer Feld, nach der Stadtbibliothek, nach der Feuerwehrstation an der Burgstrasse, nach dem Hafen und Krankenhaus u. s. w. genehmigt.

Die Inbetriebsetzung der vierten Maschine nebst Kesseln erfolgte im Januar 1896.

Schon im Oktober 1896 sah sich die Elektricitäts-Commission mit Rücksicht auf die stetige Zunahme des Consums wiederum veranlasst, bei den städtischen Behörden die Beschaffung einer neuen 1500pferdigen Dampf-Dynamo nebst Kesseln und die dadurch bedingte bauliche Erweiterung der Centrale zu beantragen. Die hierfür erforderlichen Mittel wurden mit Beschluss des Magistrats vom 15. Januar bezw. 22. Mai 1897 bewilligt. Die bauliche Erweiterung umfasst den Ostflügel der Centrale. Dieselbe bietet Raum für die Unterbringung von zwei 1500pferdigen Dampf-Dynamos und sechs Wasserrohrkesseln nebst einer entsprechenden Vergrösserung des Kohlenhauses; die Ausführung erfolgte im Laufe des Sommers 1897. Die erste 1500pferdige Maschine nebst drei Wasserrohrkesseln wurde am 15. November 1897 in Betrieb genommen, die zweite 1500pferdige Dampf-Dynamo nebst drei Kesseln ist bereits in Bestellung gegeben und wird deren Inbetriebsetzung voraussichtlich im kommenden Winter erfolgen.

Durch die Aufstellung der letzteren Kessel wird die Herstellung des zweiten auf der Westseite der Centrale zu errichtenden Schornsteins nothwendig; derselbe ist zur Zeit in der Ausführung begriffen.

Hand in Hand mit der Vergrösserung der Centrale ging auch eine entsprechende Ausdehnung des Kabelnetzes. Als solche sind hier zu erwähnen: die Ausdehnung nach Sachsenhausen, nach der städtischen Irrenanstalt, nach der Pumpstation der unteren Altstadt, nach dem Siechenhaus am Sandhof u. s. w.

III. BESCHREIBUNG DES WERKES.

Das Elektricitätswerk besteht aus zwei Hauptttheilen: der Centrale und dem Kabelnetz.

Die **Centrale** ist auf dem beiliegenden Plane, Anlage 1, in ihrer Lage und ihrem Grundriss, in Anlage 2 im Querschnitt dargestellt. Der Bauplatz wird begrenzt im Süden durch den Hafen bezw. die Speicherstrasse, im Westen durch den Damm der Frankfurt-Bebraer- und Main-Neckarbahn, bezw. durch die projectirte Eulerstrasse, im Norden durch die projectirte Böttgerstrasse, im Osten durch eine dort angelegte Zufuhrstrasse. Für die Wahl des Platzes war massgebend dessen günstige Lage zum Versorgungsgebiet, die Möglichkeit des directen Geleisanschlusses für die Kohlen-Zufuhr, die leichte Beschaffung

und Ableitung des Kondenswassers von, bezw. nach dem nur etwa 100 Meter entfernt liegenden Mainfluss, sowie ferner die Möglichkeit der Ausdehnung der Anlage. Der gesammte Flächeninhalt des Grundstücks beträgt rund 14400 qm, wovon 5930 qm für die im vollen Umfang auf 9000 PS. berechnete Anlage der Centrale erforderlich sind, während die übrige Fläche für Hofraum, ferner für Werkstätten, Bureau, Dienstwohnungen etc. reservirt bleibt.

Wie aus dem Lageplan ersichtlich, schliessen sich an den Vorbau im Süden das Maschinenhaus und an dieses das Kesselhaus und die Kohlenräume an; auf dem Lageplan ist der jetzt ausgeführte Theil der Anlage durch ausgezogene Linien, die projectirte Erweiterung durch punktirte Linien dargestellt. Das Maschinenhaus soll im vollen Ausbau 4 Maschinen von je 750 effect. PS. und 4 Maschinen von je 1500 effect. PS., zusammen demnach 8 Maschinen von insgesammt 9000 PS. enthalten.

Das Kesselhaus ist für eine dieser Leistung entsprechende Anzahl von Kesseln projectirt.

Von diesem Theile der maschinellen Anlage sind zur Zeit die 4 ersterwähnten Maschinen von je 750 PS. Leistung und eine Maschine von 1500 PS. Leistung, ferner 12 Grosswasserraumkessel und 3 Wasserrohrkessel aufgestellt. Das Gebäude bietet noch Raum zur Aufstellung einer weiteren 1500 pferdigen Maschine nebst 3 weiteren Kesseln. Die jetzige Länge des Maschinenhauses (vergl. die Abbildung vor dem Titelblatt) beträgt 62 Meter, die Breite desselben 23 Meter.

Das Maschinen- und Kesselhaus ist auf einer durchgehenden Betonsohle von 0,90 bezw. 1,05 Meter Stärke hergestellt. Sämmtliche Wasser-Zu- und -Ableitungen sind in Trögen, die in der Betonschicht ausgespart sind, geführt und im Fussboden-Niveau des Untergeschosses mit Riffelplatten abgedeckt, so dass der Fussboden eine glatte ebene Fläche bildet.

Die Dampfleitungen sind an der Decke aufgehängt.

Um das Eindringen von Hochwasser in die unteren Räume, deren Sohle 3,15 m unter dem Hochwasserspiegel liegt, zu verhüten, ist, wie aus dem Querschnitt ersichtlich, in der Betonschicht eine horizontale, durchgehende wasserdichte Asphaltfilz-Isolirschicht hergestellt.

Um ähnlich wie bei der Betonsohle, auch für die Umfassungswände die gleiche Wasserdichtigkeit zu erzielen, ist, wie aus den Querschnitten ersichtlich, um die sämmtlichen Umfassungswände des Maschinen- und Kesselhauses, und zwar von Unterkante Betonsohle und im dichten Anschluss an die Asphaltfilzeinlage bis dicht unter der Terrainoberfläche, ein wasserdichter Lettenschlag aus gut geknetetem Thon in einer Stärke von 25 cm eingebracht worden.

Ueberdies sind die Entwässerungsleitungen nach den Strassenkanälen mit Absperrschieber eingerichtet, die den Abschluss derselben bei Hochwasser gestatten.

Vom Maschinenhaus gelangt man in den Pumpenraum, in welchem zur Zeit 4 Speisepumpen aufgestellt sind, während der übrige Theil dieses Raumes als Werkstätte benutzt wird.

Das Kesselhaus (vergl. die beiliegende Abbildung) ist mit einer lichten Breite von 18 m angelegt, wovon 5 m auf den Heizflur entfallen.

Innere Ansicht des Kesselhauses.

Die gesammte Länge des Kesselhauses ist auf 120 m projectirt; hiervon ist zur Zeit eine Länge von 92,5 m ausgeführt. Die Beleuchtung erfolgt durch Oberlichter, welche über dem Heizflur angebracht sind; unter dem Heizflur liegt der Aschentunnel. In demselben sind Geleise angelegt, auf welchen vor jedem Kessel Kippwagen zur Aufnahme der Asche aufgestellt werden, die dann mittelst einer Drehscheibe auf einen an der Westseite des Kohlenhauses angebrachten, elektrisch betriebenen Aufzug gebracht und auf diese Art in ausserhalb stehende Fuhrwerke entleert werden können. Zugleich ist in dem Aschentunnel die Ablassleitung der Kessel angebracht.

Unmittelbar hinter dem Heizflur schliessen sich die Kohlenräume an; dieselben haben eine lichte Breite von 11,50 m und dieselbe Länge wie das Kesselhaus. In einer Höhe von 3,80 m über dem Boden der Kohlenräume sind 2 Hochbahngeleise geführt, welche die unmittelbare Beschüttung des ganzen Raumes mit Kohlen gestatten.

Zur Zeit werden die Kohlen durch ein Verbindungsgeleise an der westlichen Giebelwand des Kesselhauses (vergl. Anlage 1) angefahren, dort in kleine Kippwagen eingeladen und durch den elektrischen Aufzug auf die Kohlenbahn gebracht.

Der gleiche Aufzug dient zur Beseitigung der Asche aus dem Aschentunnel.

Für später ist eine unmittelbare automatische Kohlenförderung vom Schiffe nach dem Kohlenraum in Aussicht genommen.

Die dem Pumpenraum gegenüber liegende Mittel-Partie des Kohlenhauses ist durch eine Zwischenwand abgetrennt und wird zur Aufnahme von Arbeiter-Zimmern, von Magazin-, Bade- und Bedürfniss-Räumen benutzt.

Für das Speisewasser ist unter dem Kohlenhaus hinter dem Heizflur, wie im Querschnitt G—H ersichtlich, ein Reservoir von 11,0 m Länge, 4,61 m Breite und mit einem Inhalte von ca. 130 cbm hergestellt. Das Speisewasser wird demselben aus der Wasserleitung zugeführt, und zwar sind Zuführungen sowohl von der Quellwasserleitung, als auch von der Flusswasserleitung hergestellt. Ausserdem sind über den Kesseln 5 eiserne Reservoire von je 20 cbm Inhalt hergestellt, welche direct aus der Quellwasserleitung gespeist werden können und in welchen das Wasser durch den abgehenden Dampf der Speisepumpen vorgewärmt wird. In der Regel sind nur diese Reservoire im Betrieb, während das vorerwähnte, gemauerte Reservoir unter dem Kohlenhaus für besondere Vorfälle als Reserve dient; in solchen Fällen wird das Wasser durch einen Dampfelevator in die oben erwähnten eisernen Reservoire hinaufgefördert.

Für die Gesammt-Anlage sind, wie aus Anlage 1 ersichtlich, 2 Schornsteine projectirt. Dieselben haben an ihrer oberen Mündung einen lichten Durchmesser von 2,80 m; die Mündung liegt 50 m über dem Heizflur des Kesselhauses.

Der Rauchkanal hat beim Austritt aus dem Kesselhaus eine Höhe von 2,40 m, eine Breite von 1,80 m, und einen Querschnitt von 3,80 qm. Derselbe nimmt nach der Mitte des Kesselhauses hin ab und hat auf der Strecke unter dem Pumpenraum eine Höhe von 2,20 m, eine Breite von 1,00 m, und einen Querschnitt von 2,05 qm oder etwa die Hälfte des Querschnittes beim Austritt

aus dem Kesselhaus. Hierdurch ist die Möglichkeit geschaffen, den einen oder den anderen Schornstein nebst dem anschliessenden Theil des Rauchkanals abzuschliessen und einer Untersuchung und Reparatur zu unterwerfen und hierbei die Heizgase sämmtlicher Kessel vorübergehend nach dem anderen Schornstein abzuleiten. Zu diesem Behufe ist der Rauchkanal in seiner Länge durch 4 Rauchklappen in 5 Einzelabschnitte eingetheilt.

Der Schornsteinsockel ist aus Backsteinmauerwerk hergestellt und mit Sandstein bekleidet und steigt von hier der Schaft auf. Die Mauerstärke ist unten 83,5 cm, oben 25 cm. Zwecks thunlichst geringer Schwächung des Fundamentes nimmt der Rauchkanal vom Austritt aus dem Maschinenhaus bis zum Anschluss an das Schornsteinfundament in der Breite von 2,80 m auf eine solche von 1,50 m ab, und in der Höhe von 2,60 m auf 4,30 m zu, und in dem Sockelmauerwerk über dem Gewölbe des Rauchkanals sind spitz und hoch zulaufende Entlastungsgurten eingemauert, welche die Schornsteinlast mit einem Minimum des Horizontalschubes auf die seitwärts der Fuchseinmündung liegenden und demnach vor der Beeinflussung durch die Feuerung geschützten Mauerwerkstheile des Schornsteinfundamentes übertragen. Diese Bogen sind durch Moellons an der betreffenden Achteckseite in solcher Weise mit offenen Fugen verkleidet, dass Bewegungen eintreten können, ohne Risse hervorzubringen.

Der Haupteingang des Maschinenhauses ist in einem Vorbau angebracht und als Halle ausgebildet. Im Erdgeschoss liegen rechts das Anmeldezimmer, links die Toiletten u. s. w. Eine Treppe führt in den ersten Stock, welcher auf dem Niveau der Schaltbrettbühne liegt und mit derselben durch Oeffnungen kommunicirt. In diesem, die ganze Fläche des Vorbaues einnehmenden Raum sind die Apparate des Hauptschaltbrettes einerseits und andererseits das Kabelschaltbrett und die, die beiden Schaltbretter verbindenden Leitungen untergebracht, und ein Aufenthaltsraum für den Betriebs-Ingenieur geschaffen.

Die vorerwähnte Treppe bildet gleichzeitig die Verbindung zwischen dem Maschinenhausflur und Schaltzimmer bezw. der Schaltbrettbühne, welche balkonartig in der Höhe des 1. Stockwerkes des Vorbaues in das Maschinenhaus hineinragt und einen guten Ueberblick über die ganze Anlage für den, den Betrieb leitenden Beamten gewährt.

Die Architektur des Maschinenhauses ist in Anlehnung an romanische Formen durchgeführt. Dasselbe ist in Ofenbrandsteinen, unter Verwendung von rothem Sandstein für die Fensterbekleidungen, Gesimse, Thüreinfassungen, Giebelabdeckungen u. s. w. hergestellt. Der Sockel des Gebäudes besteht aus Basalt, die Treppenstufen aus Granit, während der Vorbau im romanischen Stile mit rothen Sandsteinsäulen u. s. w. etwas reicher ausgestattet ist. Im Ganzen ist jedoch die Ausstattung mit Rücksicht auf die grossen Dimensionen der Anlage möglichst einfach gehalten.

Die Maschinenfundamente sind in ihrem unteren breiten Theile aus Cementbeton mit Backsteinverblendung hergestellt. Der aufsteigende, schwächer dimensionirte Theil der Fundamente ist aus besten, hartgebrannten Speyerer Backsteinen in Cementmörtel hergestellt. Der Fussboden des Maschinenhauses hat eine Stärke von 20 cm und ruht auf einer zwischen I-Trägern hergestellten

Betonschicht; die I-Träger sind in Abständen von durchschnittlich 1,10 m angeordnet und ruhen auf Pfeilern und Gurten (vergl. Schnitt G—H). Der Fussbodenbelag der Maschinenhalle besteht aus Mettlacher Platten, in Cementmörtel verlegt. Die Maschinenhauswände sind bis auf 1,82 m Höhe mit grün glasirten Plättchen belegt, im Uebrigen hell angestrichen.

Der Fussboden des Heizflurs im Kesselhause ist aus Cementbeton hergestellt, während die Kohlenräume im alten Theile mit Basaltsteinen gepflastert, im Erweiterungsbau cementirt sind.

Die Dampfkessel sind je zwei zu einer Gruppe vereinigt, und mit hartgebrannten, verglasten Ofenbrandsteinen eingemauert, um eine möglichst luftdichte Vermauerung zu erzielen. Die Kohlenräume sind durch eine Oeffnung vor jeder Kesselgruppe in unmittelbare Verbindung mit dem Heizflur gebracht; vertikale, nach aufwärts zu öffnende Schiebethüren bilden den Verschluss.

Die Kondenswasser-Leitung entnimmt das Wasser, wie aus Anlage 1 ersichtlich, dem Main unterhalb der Hafenmündung und führt dasselbe dem Fluss oberhalb der Eisenbahnbrücke wieder zu. Um die Kondenswasser-Saugleitung der Maschinen so kurz wie möglich zu gestalten, wird das Kondenswasser aus dem Maine durch einen tiefliegenden Kanal in vier unmittelbar vor dem Maschinenhaus liegende Brunnen geführt.

Das abzuleitende Kondenswasser wird von den Maschinen durch gusseiserne Rohrleitungen in einen Sammelbrunnen gefördert, von welchem dasselbe durch einen Ablaufkanal in den Main fliesst. Der Zuleitungskanal hat einen eiförmigen Querschnitt von 1,00 m Breite und 1,50 m Höhe und ein Gefälle von 1:888. Der höchste Wasserstand im Main an der Entnahmestelle liegt auf + 96,10, der normale Stau des Nadelwehres auf + 92,04, der Lokal-Nullpunkt auf + 89,76 und die Fluss- bezw. Hafensohle auf + 88,63. Die Sohle des Kanals am Entnahmeschacht unmittelbar an der Kaimauer liegt auf + 88,40, demnach 1,36 m unter dem lokalen Nullpunkt, d. h. unter dem niedrigsten, bei niedergelegtem Nadelwehr eintretenden Wasserstand. Das Wasser fliesst durch den Kanal mit natürlichem Gefälle nach den Saugbrunnen, mit welchen derselbe durch Röhren mit Schieber verbunden ist. Der Kanal selbst ist durch Tunnelirung hergestellt, und liegt mit seiner Sohle circa 8,20 m unter Terrain-Oberfläche; er ist so bemessen, dass er bei niedrigstem Wasserstande im Main den 4 Saugbrunnen eine maximale Kondenswassermenge von 525 Liter pro Sekunde, demnach ausreichend für die Gesammtanlage im Vollbetrieb, zuzuführen vermag.

Mit Rücksicht auf die zeitweise eintretenden Niederwasserstände ist die Oeffnung durch die Kaimauer 3,00 m breit angelegt und mit einem Gitter versehen, um grobe, schwimmende Substanzen zurückzuhalten. Hinter der Kaimauer ist auf dem Kanal ein Schieberschacht hergestellt, welcher mit 2,50 m Breite angelegt und mit einem zweiten Gitter versehen ist; eine Bühne, 0,58 m über dem Stauspiegel, gestattet die Reinigung und Bedienung dieses Gitters. Nach Durchziehung desselben tritt das Wasser in den Zulaufkanal.

Wie aus dem Plane ersichtlich, wird durch diesen Kanal eine unmittelbare Verbindung zwischen dem Main und den dicht vor dem Maschinenhaus liegenden

Kondenswasserbrunnen hergestellt; desshalb ist die Einmündung mit einem Schieber versehen. Dieser Schieber ist in der Regel, d. h. bei niederem Wasserstande und bei normalem Stau, offen, und wird nur bei höherem Wasserstande so regulirt, dass der Wasserspiegel in den Kondenswasserbrunnen nicht höher als + 92,50 steigt und demnach 0,90 m unter dem Fussboden des Untergeschosses der Centrale bleibt. Um diese Regulirung zweckmässig vornehmen zu können, ist gleich hinter dem Schieber ein Beobachtungsschacht angebracht, so dass der den Schieber bedienende Arbeiter während Hochwasser eine genaue Regulirung vornehmen kann. Da aber bei höchstem Hochwasser der grosse Schieber von 1,00 × 1,50 m unter einem Druckunterschied von 4 m bewegt werden müsste und dies mit Schwierigkeiten verknüpft wäre, so ist ein zweiter, kleinerer Schieber von 60 cm Durchmesser angebracht. Dieser gestattet bei höherem Hochwasser, bei welchem die Regulirung mit dem Hauptschieber beschwerlich sein würde, diesen ganz zu schliessen und die Regulirung durch den kleinen Schieber zu bewirken. Uebrigens ist noch eine dritte Sicherheit in dieser Beziehung durch die Verbindungsschieber gegeben, welche zwischen dem Zulaufkanal und den einzelnen Kondenswasserbrunnen angebracht sind (vergl. Schnitt E—F). Durch diese Mittel wird es möglich, die Leistungsfähigkeit und Förderkraft der Luftpumpen der grossen Maschinen dazu auszunutzen, um in dem Kanal und in den Brunnen in unmittelbarer Nähe des Maschinenhauses auch beim höchsten Hochwasser dauernd einen tiefen Wasserstand zu sichern, demnach auch ein Ansteigen des Grundwassers in der Umgebung des Maschinen- und Kesselhauses zu solchen Zeiten hintanzuhalten, und somit die Entwässerung vollständig sicherzustellen.

Wie aus dem Schnitt E—F ersichtlich, wird das Wasser den Kondenswasserbrunnen durch senkrecht in dieselben eintauchende Saugrohre von 275 mm Durchmesser bei den kleinen und 350 mm Durchmesser bei den grossen Maschinen entnommen. Zum Schutze derselben gegen das Eintreten fremder Körper sind grosse, feinmaschige cylindrische Siebe angebracht. Das Wasser durchzieht demnach auf seinem Weg vom Main zu den Kondensatoren der Reihe nach zwei Gitter und ein Sieb.

Der Kondenswasser-Ablaufkanal nebst Sammelbrunnen sind aus Anlage 1 ersichtlich. Die Ablaufrohre liegen mit ihrer Axe auf + 93,00, demnach 0,96 m über dem normalen Stau des Mains. Der Ablaufkanal hat einen kreisrunden Querschnitt von 1,00 m Durchmesser, ein Gefälle von 1 : 212 und liegt mit seiner Sohle im Schachte vor der Ausmündung auf + 92,05, demnach auf dem normalen Stauspiegel des Mains; in diesem Schacht ist ein 1,00m tiefer Sandfang angebracht, um grobe Substanzen und dergl. vom Fluss zurück zu halten. Von hier ab fällt der Kanal steil hinunter, so dass die Ausmündung in den Main eine eingetauchte Oeffnung besitzt.

Der Zu- und der Ablaufkanal sind aus besten Ofenbrandsteinen in Portland-Cement hergestellt. Der Ablaufbrunnen hat 3,00 m, die Kondenswasserbrunnen 2,70 m Durchmesser. Sie sind oben rund und haben unten ein kombinirtes Profil von Halbkreis und Viereck.

Mit Rücksicht auf den Umstand, dass die Sohle des Untergeschosses der Centrale 2,65 m unter dem höchsten Hochwasser des Mains liegt, sind die Luftpumpen so eingerichtet, dass sie im Stande sind, das Kondensat gegen den Gegendruck des Hochwassers im Fluss abzuführen; die Ablaufrohre nach dem Sammelbrunnen und der Kondenswasser-Ablaufkanal werden bei solchen Ausnahmeverhältnissen unter Druck arbeiten.

Damit unter solchen Verhältnissen im Falle eines Bruches an einer Kondenswasser-Ableitung im Maschinenhaus der Eintritt des Hochwassers aus dem Main in das Untergeschoss ausgeschlossen ist, sind sämmtliche Röhren an ihrer Einmündung in den Sammelbrunnen mit selbstwirkenden Rückschlag-Klappen versehen.

Die Dampfkessel-Anlage besteht aus 12 Wellrohrkesseln von der Firma G. Kuhn in Stuttgart-Berg und 3 Circulations-Wasserrohr-Kesseln von der Firma Simonis & Lanz hier.

Die Wellrohrkessel haben je 86 qm Heizfläche, 8,78 m Länge, 2,50 m und 2,346 m Durchmesser. Die Wasserrohrkessel haben je 310 qm Heizfläche mit je zwei freistehenden Oberkesseln von 6,10 m Länge und 1,35 m Durchmesser. Sämmtliche Kessel sind für einen Betriebsdruck von neun Atmosphären construirt und, bis auf einen Wasserrohrkessel, in Gruppen von je zwei Stück eingemauert.

Die Wellrohrkessel sind mit einem Dampfdom von 1,00 m Durchmesser und 1,20 m Höhe, die Wasserrohrkessel mit einem solchen von 0,70 m Durchmesser bei 0,85 m Höhe versehen, an welchen die Sicherheits-Ventile und die Hauptdampf-Ventile angebracht sind.

Die Wellrohrkessel sind mit Schrägrostfeuerung, die Wasserrohrkessel mit Planrostfeuerung versehen. Die Rostfläche beträgt bei den Wellrohrkesseln 1,98 qm oder 2,18 % der Heizfläche, bei den Wasserrohrkesseln 4,56 qm oder 1,47 % der Heizfläche.

In dem zum ersten Ausbau gehörigen Theil des Untergeschosses des Maschinenhauses ist unmittelbar hinter der Trennungsmauer zwischen Kessel- und Maschinenhaus ein Dampfsammler angebracht. Derselbe besteht aus vier von Eisenblech hergestellten Theilen von je 630 mm Durchmesser, welche durch kupferne Expansionsrohre mit einander verbunden sind. Die beiden Hälften dieses Dampfsammlers sind für sich durch Ventile absperrbar.

Bei dem Erweiterungsbau der Centrale ist, mit Rücksicht auf die ungünstigen Betriebs-Erfahrungen, von der Herstellung eines Dampfsammlers abgesehen worden. An Stelle dessen wurde eine Dampfringleitung angebracht, von der die eine Hälfte im Kesselhaus auf Wandsupports gelagert, während die andere Hälfte an der Decke des Untergeschosses des Maschinenhauses aufgehängt worden ist. An diesen Dampfsammler bezw. an die Dampfringleitung, welche durch eine mittelst Stopfbüchse hergestellte Expansions-Vorrichtung mit einander verbunden sind, geben die Kessel ihren Dampf ab und die Maschinen entnehmen denselben.

Die Dampfmaschinen sind liegende Verbund-Dampfmaschinen von der Tandem-Construction. Die Leistung der kleinen, von der Firma G. Kuhn in

Stuttgart-Berg gelieferten Maschinen beträgt normal je 560 effect. PS., maximal 750 PS., jene der grossen, von der Firma Gebrüder Sulzer in Winterthur gelieferten Maschinen normal 1125 effect. PS., maximal 1500 effect. PS., und zwar bei 8 Atmosphären Anfangsspannung im Hochdruck-Cylinder.

Die Abmessungen der Maschinen sind folgende:

	750 PS.-Maschine	1500 PS.-Maschiue
Durchmesser des Hochdruckcylinders	620 m/m	775 m/m
„ Niederdruckcylinders	960 m/m	1250 m/m
Kolbenhub	1200 m/m	1500 m/m

Die kleinen Maschinen sind mit zwangläufiger Ventilsteuerung (Patent Kuchenbecker), die grossen Maschinen mit Ventilsteuerung, System Sulzer, versehen, und auf einem gusseisernen Rahmen montirt. Die Dampfcylinder sind zum Schutze gegen Wärmeverluste mit isolirten Dampfmänteln umgeben, die Tourenzahl der Maschine beträgt 85 pro Minute. Das Schwungrad der kleinen Maschine hat einen Durchmesser von 4,80 m und ein Gewicht von 28000 kg, jenes der grossen Maschine einen Durchmesser von 6,10 m und ein Gewicht von 50000 kg. Die Hochdruckcylinder sind mit selbstthätig veränderlicher, durch den Regulator bewirkter Expansion, die Niederdruckcylinder mit fester, von Hand verstellbarer Expansion versehen. Unmittelbar unter der Maschine ist der Kondensator nebst Luftpumpe angebracht, welch' letztere von der Kurbel der Dampfmaschine direkt angetrieben wird. Die kleinen Maschinen können auch mit Auspuff arbeiten, die grosse Maschine nicht. Die letztere besitzt noch ein Dampfschaltwerk zum Andrehen der Maschine, bestehend aus einer kleinen Zwillings-Dampfmaschine mit automatisch ausschaltbarer Zahnradübertragung auf den Schaltkranz nebst einer Vorrichtung zum Zurückziehen der Schaltung.

Die Wechselstrom-Maschinen (Construction C. E. L. Brown), sämmtlich von der Firma Brown, Boveri & Co. in Baden geliefert, sind unmittelbar auf dem Schwungrad aufgebaut, während die Erregermaschinen auf einer Fortsetzung der Hauptwelle angebracht sind.

Das Magnetfeld ist rotirend angeordnet; die 64 Magnete sind radial auf dem äusseren abgedrehten Schwungradkranz aufgeschraubt. Die Magnete sind cylindrisch hergestellt und an ihrer Polfläche mit einem rechteckigen, angeschmiedeten Polschuhe versehen, während der cylindrische Theil zur Aufnahme der, die Erregung bewirkenden Bewickelung dient. Diese Letztere besteht aus flachen Kupferbändern, welche abwechselnd um die Magnete rechts und links gewickelt sind. Da die Spannung der Erregermaschine an den Schleifringen bei maximaler Belastung der Maschine 70 Volt beträgt, und da auf jede der 64 Magnetspulen 50 Windungen der Erregerbewickelung entfallen, so ist die Spannungsdifferenz zwischen jeder Spule nur 1,09 Volt und zwischen jeder Windung nur $^1/_{50}$ Volt.

Die Magnete sind für jede Maschinentype sämmtlich nach einer Form und auswechselbar hergestellt, so dass durch Lösung einer einzigen Schraube und zweier Klemmen der Magnet ausgetauscht werden kann. Die Zuführung des Erregerstromes zu den Erregerwickelungen geschieht durch zwei auf der Hauptwelle angebrachte Schleifringe, von denen jeder mit einem doppelten Bürstenpaar ausgerüstet ist und von welchen aus der Erregerstrom durch eine Leitung längs einer der Schwungradspeichen der Magnetwickelung zugeführt wird.

Die Armatur, welche um das Magnetrad herum angebracht ist, wird durch einen hohlen, radförmigen, gusseisernen Rahmen getragen, welches concentrisch mit der Hauptwelle auf zwei an die Hauptlager angegossenen cylindrischen Auflagern ruht und um dieselben drehbar ist. Das Armaturrad ist aus vier halbkreisförmig gegossenen Theilen zusammengeschraubt. Die Armatur ist aus sechzehn gleichen Segmenten hergestellt, welche das arbeitende Armatureisen bilden. Das Letztere besteht aus Eisenblech-Lamellen, welche durch entsprechende Papier-Zwischenlagen von einander getrennt und innen so bearbeitet sind, dass die sechzehn, im Armaturrad wie die Keilsteine eines kreisförmigen Gewölbes zusammengesetzten Segmente einen innen glatten, hohlen Cylinder bilden, in welchem das Magnetrad rotirt. Die Armatur-Segmente sind durchlocht, und in jedem Segment sind 4 Spulen gewickelt, welche mit dem Segment ein unabhängiges, für sich ablösbares und auswechselbares Ganze bilden. Jede Spule besteht aus einer Kupferdrahtwickelung von wenig Windungen und ist durch Papierröhren isolirt. In diesen in Serie geschalteten Wickelungen wird der hochgespannte Strom inducirt und die Ableitung des Hauptstromes findet von zwei Klemmen statt, in welche zwei im Armaturrad angebrachte Messerschneiden eingreifen, sobald das Armaturrad in die richtige Stellung gedreht und festgeschraubt ist. In dieser Stellung wird das Rad durch 4 Stempel gehalten, die in die Fundamentplatten in konische Löcher hineinpassen. Werden dieselben zurückgezogen, so ist das Armaturrad auf seiner ringförmigen Achse drehbar und kann mittelst der Klinkevorrichtung bewegt werden; durch eine derartige Auslösung und Drehung ist es möglich, jedes beliebige Armatur-Segment nach Oben und Vorne zu bringen und dadurch leicht zugänglich zu machen, zwecks Besichtigung und Reinigung oder Auswechslung. In Folge dieser Anordnung kann ein beschädigtes Armatur-Segment innerhalb sehr kurzer Zeit herausgenommen, durch ein Reservestück ersetzt und die Maschine dadurch wieder betriebsfähig gemacht werden.

Das Armaturrad hängt frei in einer von unten durch eine Oeffnung zugänglichen Aussparung im Maschinen-Fundamentmauerwerk. Dadurch sind, auch bei feststehendem Armaturrad, sämmtliche Segmente und Hochspannungs-Spulen und Verbindungen der Besichtigung zugänglich gemacht, und es wird namentlich eine vorzügliche Ventilation gesichert.

Die Erregermaschinen sind unmittelbar auf die Maschinenwelle montirt und zwar sind bei den 750 PS.-Maschinen sechspolige Serien-Dynamos, bei den 1500 P.S.-Maschinen achtpolige Nebenschluss-Dynamos verwendet.

Der Gang im Untergeschoss vor den Maschinen ist als Kabelgang ausgebildet. In demselben sind die Hauptstrom- und die Erregerstrom-Leitungen

der Maschinen auf Porzellan-Isolatoren auf Querträgern, wie aus dem Querschnitt G—H ersichtlich, von den Maschinen nach dem Schaltbrett geführt. Von jeder Maschine gehen zwei Hauptstromleitungen und zwei Erregerstromleitungen nach dem Schaltbrett. Die Leitungen führen vom Kabelgang hinter einer Holzvertäfelung an der Mauer zum Schaltbrett hinauf, woselbst die Erregerstromleitungen an den Klemmen der Regulirwiderstände, die Hauptstromleitungen an den Klemmen der Haupt-Ein- und Ausschalt-Vorrichtung angebracht sind.

Die ganze Schaltung und Regulirung der Maschinen auf das Kabelnetz wird durch zwei Schaltbretter, und zwar durch das Maschinenschaltbrett einerseits und das Kabelschaltbrett andererseits, mit der sie verbindenden Ringleitung bewirkt, und alle hierzu nöthigen Apparate, Instrumente und Vorrichtungen sind an den betreffenden Schaltbrettern vereinigt.

Während das Maschinenschaltbrett die Ausschalter für die einzelnen Maschinen, die Sicherungen für dieselben, die Widerstände zur Regulirung und die Instrumente zur Kontrolle der Spannung und der Stromstärke in sich vereinigt, sind am Kabelschaltbrett die Sicherungen und die Ein- und Ausschaltevorrichtungen für die einzelnen Hauptspeisekabel, sowie die Blitzschutzvorrichtungen und die Instrumente vereinigt, welche den Betrieb der einzelnen Kabelstrecken sicherzustellen und zu kontrolliren bestimmt sind.

Das Maschinenschaltbrett ist auf dem balkonartigen Ausbau über dem Haupteingang und über dem Mittelgang der Maschinenhalle, welcher die Schaltbühne bildet, aufgestellt. An der vorderen Seite, nach dem Maschinenhaus zu, sind alle Schalthebel und alle Instrumente angebracht und werden von dem auf der Schaltbühne befindlichen Beamten, der von hier aus zugleich die beste Uebersicht und Kontrolle der gesammten Maschinenanlage hat, gehandhabt. An der hinteren Fläche des Maschinenschaltbrettes, welche die nördliche Wand des im ersten Stock des Vorbaues gelegenen Schaltzimmers einnimmt, sind die verschiedenen Verbindungsleitungen, Sicherungen, Transformatoren und Apparate angebracht, und diese Seite ist gegen das Schaltzimmer durch Glasthüren verschlossen und von dort aus zu jeder Zeit in Bezug auf den Zustand der einzelnen Bestandtheile kontrollirbar und leicht zugänglich.

Die Regulirwiderstände sind in einem pultartigen Unterbau des Maschinenschaltbrettes untergebracht und die Widerstandsrahmen laufen mittelst Rädern auf Schienen, so dass sie mit grosser Leichtigkeit ausgelöst und nach hinten in das Schaltzimmer herausgezogen werden können, sei es zwecks Reinigung oder Reparatur, sei es zwecks Ersatz durch einen Reserve-Widerstandsrahmen. Der zwischen der vorderen Schaltbrettwand und der hinteren Glasthür gebildete Raum, in welchem die Widerstände und Apparate aufgestellt sind, ist mit einer Ventilation bis unter das Dach des Vorbaues zur Abführung der Wärme versehen.

Von den Sammelschienen des Maschinenschaltbrettes führen Leitungen aus blankem Kupfer, auf Isolatoren dicht unter der Decke des Schaltzimmers hergestellt, nach dem an der südlichen Wand des Zimmers und unmittelbar über dem Kabelschacht aufgestellten Kabelschaltbrett von welchem aus die Hauptspeisekabel durch den vorerwähnten Schacht in das Untergeschoss des Vorbaues und von dort aus nach allen Richtungen in die Stadt führen.

Die Hauptleitungen jeder Maschine sind, wie vorerwähnt, mit einem Hauptausschalter und die Erregerstromleitungen mit einem Regulirwiderstand versehen. Durch den Hauptausschalter kann jede Maschine auf die Hauptsammelschienen geschaltet werden, welch' letztere, nach dem Ringleitungssystem ausgebildet sind und die Verbindung zwischen dem Maschinenschaltbrett und dem Kabelschaltbrett, von welchem aus die Kabel in die Stadt ziehen, herstellen.

Die Ringleitung zwischen Maschinenschaltbrett und Kabelschaltbrett ist durch zwei Hauptleitungen und durch zwei Hülfsleitungen gebildet. Erstere haben einen Querschnitt von je 875 qmm, Letztere je 175 qmm Querschnitt.

Auf der einen Seite der Ringleitung, am Maschinenschaltbrett, können die Maschinen einzeln oder zusammen eingeschaltet werden, während an der anderen Seite, am Kabelschaltbrett, die einzelnen Hauptspeiseleitungen nach Belieben auf die Ringleitung ein- und ausgeschaltet werden können. Die Ringleitung selbst ist durch verschiedene Unterbrecher in einzelne Abschnitte getheilt, wodurch die Möglichkeit geschaffen ist, auch einzelne kurze Abschnitte der Ringleitung am Maschinenschaltbrett oder am Kabelschaltbrett abzuschalten und, unter Aufrechthaltung des Betriebes im übrigen Ring und in den an denselben angeschlossenen Maschinen oder Kabeln, Arbeiten an dem ausgeschalteten Abschnitt vorzunehmen.

Die zu jeder Wechselstrommaschine gehörige Erregermaschine ist im Erregerstromkreis mit einem Regulirwiderstand versehen, wodurch die Erregung des Magnetfeldes und damit die Spannung im Hauptstromkreis der Wechselstrommaschine regulirt werden kann.

Zur Kontrolle der Maschinenspannung ist ein Voltmeter angebracht, welches mittelst des Voltmeterumschalters mit den Maschinen beliebig verbunden werden kann. Ein kleiner Transformator ist rechts und links vom Voltmeter dargestellt, dessen Primär- und Sekundärwindungen derart bemessen sind, dass sie in dem Verhältniss von 2850:123 umformen, demnach die Hochspannung in demselben Verhältniss umsetzen, in welchem die Transformatoren im Kabelnetz die Umsetzung bewirken, so dass aus der Ablesung am Maschinenvoltmeter die Sekundärspannung in der Stadt, erhöht um den relativen Spannungsabfall zwischen Centrale und Stadt, sich ergiebt.

Ausserdem ist jede Maschine mit einem Ampèremeter versehen. Im Hauptstromkreis ist ein Sammel-Ampèremeter angebracht, welches den gesammten, in die Stadt gelieferten Strom anzeigt. Ferner ist ein Sammel-Voltmeter angebracht, welches sich mit den sämmtlichen, in der Nähe von Knotenpunkten der Hauptspeiseleitungen in der Stadt mit dem sekundären Kabelnetz verbundenen Prüfdrähten verbinden lässt und dann die mittlere Spannung anzeigt. Zugleich ist ein Prüfdrahtumschalter in Verbindung mit einem Prüfdraht-Voltmeter vorgesehen, durch welchen es möglich ist, durch einfaches Herausziehen des betreffenden Schaltknopfes die jeweils in der Nähe der einzelnen Hauptknotenpunkte im Netz herrschende Einzelspannung zu prüfen und auf diese Art die richtige Funktionirung des ganzen Vertheilungsystems zu kontrolliren. Ferner ist für jedes Hauptspeisekabel, und zwar am Kabelschaltbrett,

ein Ampèremeter angebracht, welches die regelmässige Kontrolle der in den verschiedenen Gebieten verbrauchten Strommengen gestattet. Schliesslich ist am Maschinenschaltbrett, ausser den Phasenlampen, ein Phasen-Voltmeter angebracht für die zweckmässige Durchführung der Parallelschaltung der Wechselstrommaschinen.

Die Regulirwiderstände des Erregerstromkreises befinden sich, wie bereits erwähnt, in Widerstandsrahmen in dem pultartigen Unterbau unter dem Maschinenschaltbrett. Die Regulirung erfolgt durch eine Kontaktkette, die über ein Zahnrad läuft, welches, für jede Maschine einzeln, mittelst der vorn am Schaltbrett sichtbaren Handräder eingestellt werden kann. Ausserdem ist eine Klemmvorrichtung vorhanden, wodurch es möglich ist, die Antriebswelle eines jeden einzelnen Regulirwiderstandes auf die gemeinsame, mit Schneckenrädern versehene, längs dem ganzen Schaltbrett hin verlaufende Regulirwelle einzuschalten. Diese letztere wird durch den mittleren Handhebel gehandhabt, so dass, sobald die Maschinen einzeln auf Spannung regulirt sind und deren Regulirwiderstand mit der Hauptregulirwelle verbunden ist, die weitere Regulirung sämmtlicher Wechselstrommaschinen durch eine einzige Handbewegung am Haupthebel erfolgt.

Die Parallelschaltung findet ohne Belastungswiderstände und zwar in der Art statt, dass zunächst die mit der im Betrieb befindlichen Maschine parallel zu schaltende Maschine auf eine etwas höhere Spannung erregt, beziehungsweise gebracht wird, wie jene, die augenblicklich an der Sammelschiene herrscht. Es wird sodann durch Regulirung des Dampfmaschinen-Regulators die zuzuschaltende Maschine auf eine mit der belasteten Maschine möglichst gleiche Geschwindigkeit und auf die gleiche Kurbelstellung gebracht. Hierauf wird der Phasen-Voltmeter beobachtet, welcher die Uebereinstimmung der Phasen der zuzuschaltenden Maschine mit jenen der belasteten Maschine sehr genau bestimmen lässt, und in dem Augenblick, in welchem die Kurbelstellung und die Phasen der zuzuschaltenden und der belasteten Maschine übereinstimmen, wird die zuzuschaltende Maschine auf die Sammelschienen geschaltet. Sodann wird durch Regulirung des Dampfmaschinen-Regulators die Belastung zwischen den beiden in Betrieb befindlichen Maschinen möglichst gleichmässig vertheilt, unter gleichzeitiger richtiger Einstellung des Erregerwiderstandes. Schliesslich werden die Regulirvorrichtungen des Erregerwiderstandes auf die gemeinsame Regulirwelle festgeklemmt, so dass die Widerstände der beiden, bezw. der sämmtlichen in Betrieb befindlichen Maschinen durch den Haupthebel auf einmal und gleichmässig regulirt werden können.

Am Kabelschaltbrett sind die Hauptspeiseleitungen mit grossen Bleisicherungen versehen, die so eingerichtet sind, dass sie gleichzeitig als Ausschalter dienen, d. h. die Bleisicherungen sind in Porzellantrögen in Schmirgel angebracht, welche an beiden Enden Schneiden, die sich in die Kontaktklemmen einschieben, und ausserdem grosse Vulkanit-Handgriffe haben, durch welche die ganze Vorrichtung, wenn der Kontakt aufgehoben werden soll, herausgerissen werden kann. Ausserdem sind an der Vorderfläche des Kabelschaltbrettes die vorerwähnten Ampèremeter zur Konstatirung der von jedem Haupt-

speisekabel jeweils geführten Stromstärke und die Unterbrecher angebracht zur Ausschaltung der einzelnen Abschnitte der Ringleitung. An der hinteren Wand des Kabelschaltbrettes sind die Endverschlüsse der Hauptspeisekabel angebracht. Durch einfaches Oeffnen einer Schiebethüre ist die hintere Fläche des Kabelschaltbrettes von dem Schaltzimmer aus zugänglich.

Sowohl das Hauptschaltbrett als auch das Kabelschaltbrett sind mit entsprechenden Blitzschutzvorrichtungen versehen.

Zwecks Erhöhung der Sicherheit einer richtigen Handhabung beim Ein- und Ausschalten der Leitungen des Kabelnetzes, d. h. dass der Innenleiter stets zuerst ausgeschaltet und zuletzt eingeschaltet wird, sind die Schaltvorrichtungen der Aussenleiter stets blau, jene der Innenleiter stets roth angestrichen und im Schaltzimmer ist diese unterscheidende Bezeichnung auch durch Anstrich der betreffenden Ringleitungen durchgeführt worden.

Durch die bevorstehende Einführung des elektrischen Trambahnbetriebes wird eine durchgreifende Abänderung des Schaltbrettes der Centrale erforderlich. Bekanntlich besteht die Absicht, den in der Centrale erzeugten Wechselstrom für den Trambahnbetrieb in der Weise zu verwenden, dass derselbe mittelst zweier Hauptspeisekabel nach der auf dem Schillerplatz unterirdisch anzulegenden Umformerstation geleitet, dort in Gleichstrom umgeformt und letzterer mittelst besonderer Speiseleitungen nach den einzelnen Speisepunkten der Trambahn-Oberleitung geführt wird. Das Lichtnetz und das Trambahnnetz werden im regelmässigen Betrieb getrennt sein und auch die Maschinen in der Centrale getrennt arbeiten. Das Schaltbrett wird so eingerichtet, dass die Maschinen beliebig auf das Lichtnetz oder auf das Kabelnetz geschaltet werden können. Für den Nothfall jedoch (Durchschlag einer Speiseleitung oder dergl.) ist eine Kabelverbindung zwischen dem Hauptspeisepunkt des Lichtnetzes am Salzhaus und der Umformerstation auf dem Schillerplatz vorgesehen, so dass aus dem Lichtnetz Strom an die Umformerstation abgegeben werden kann und umgekehrt die beiden Wechselstromkabel der Trambahn für die Speisung des Lichtnetzes benutzt werden können.

Von dem Kabelschaltbrett ziehen die Hauptkabel durch einen Kabelschacht hinab in das Untergeschoss des Vorbaues, in dessen östlicher und südlicher Mauer, etwa 0,90 m unter der Erdoberfläche, nach Aussen und Innen konisch zulaufende gusseiserne Röhren von 100 mm innerem Durchmesser eingebaut sind, durch welche die Kabel nach der Speicherstrasse und durch diese nach der Stadt ziehen.

Zur Vertheilung der elektrischen Energie in der Stadt dient das **Kabelnetz nebst der Transformatoren-Anlage.**

Beim Vertheilungssystem sind die bei der Vertheilung von Gas und Wasser altbewährten Prinzipien durchgeführt worden, namentlich die durchgängige Verbindung des Netzes nach dem sogenannten Zirkulations- oder Ringleitungs-System, die Möglichkeit, jede einzelne Leitungsstrecke von zwei Seiten aus zu speisen und nach Bedarf auszuschalten, und die thunlichste Vereinfachung und

Vereinheitlichung sämmtlicher zur Verwendung kommenden Bestandtheile. Das Vertheilungssystem besteht aus:

1) den Hauptspeisekabeln,
2) dem Primärnetz,
3) der Transformatoren-Anlage,
4) dem Sekundärnetz.

Dasselbe ist auf Anlage 3 dargestellt.

Die Hauptspeiseleitungen führen den hochgespannten Strom nach den einzelnen Hauptknotenpunkten, an welchen derselbe an das Primärnetz abgegeben wird. Die Traçen der Hauptspeiseleitungen sind auf dem Plane mit blau punktirten Linien bezeichnet. Es führt von der Centrale aus nach jedem Knotenpunkt eine besondere Hauptspeiseleitung. Die Knotenpunkte sind durch blaue Kreise und mit römischen Ziffern bezeichnet.

An diesen Knotenpunkten wird die primäre Energie dem Primär-Vertheilungsnetz zugeführt, welches auf dem Plane mit roth ausgezogenen Linien dargestellt ist. Von diesem wird die primäre Energie den Transformatoren zugeführt, welche durch kleine rothe Kreise bezeichnet sind.

Durch die Transformatoren wird der hochgespannte Strom in Niederspannungsstrom umgesetzt und dem Sekundärnetz zugeführt. Letzteres ist auf dem Plane nicht dargestellt.

Ausserdem sind gleichzeitig mit der Kabelverlegung Prüfdrahtkabel verlegt worden, welche, mit dem Sekundärnetz in der Nähe der Hauptknotenpunkte verbunden, bis in die Centrale führen und dort vermittelst des bereits beschriebenen Apparates jeweils entweder die mittlere Spannung im ganzen Netz oder die Spannung an jedem einzelnen Prüfdrahtpunkt festzustellen gestatten. Ein solcher Prüfdraht ist für jedes einzelne Speisegebiet der Hauptspeiseleitungen vorhanden.

Die Hauptspeisekabel führen von der Centrale nach folgenden Hauptknotenpunkten:

No. III Centrale,
„ IV Galluswarte,
„ V Ecke Neue Zeil und Allerheiligenstrasse,
„ VI Am Salzhaus bezw. Ecke Kaiserstrasse und Rossmarkt,
„ VII Bockenheimer-Thor,
„ VIII Ecke Bahnhofsplatz und Kaiserstrasse,
„ IX Ecke Ulmen- und Guiollettstrasse,
„ X Affenthorplatz.

Der Knotenpunkt No. VI ist insofern ein doppelter, als hier das Hauptspeisekabel an zwei Punkten, einer auf jeder Seite der Kaiserstrasse, mit dem Primärnetz verbunden ist.

Knotenpunkt No. VII ist im Keller unter dem Uhrthürmchen am Bockenheimer-Thor angelegt und mit einem besonderen Zugang als Fremden-Eingang ausgerüstet, so dass dort die gesammte Anordnung eines Transformatorschachtes mit seinen sämmtlichen Schaltungen bequem besichtigt und erläutert werden kann.

Der Knotenpunkt No. III ist im westlichen Kellerraum des Vorbaues der Centrale untergebracht und dient zur Zeit für die Versorgung des Hafens und des städtischen Krankenhauses.

Die Hauptspeiseleitungen sind berechnet, die elektrische Energie mit einem Spannungsverlust von höchstens 4 % den Hauptknotenpunkten zuzuführen.

Das Primärnetz ist für einen grössten Spannungsverlust von 1 % bei der stärksten Inanspruchnahme berechnet.

Der grösste Spannungsabfall in den Transformatoren ist zu 2 %, jener im Sekundärnetz zu 1,2 % angenommen.

Der grösste Spannungsabfall in den Hausleitungen ist zu 1,8 Volt, der mittlere Spannungsabfall in denselben zu 1,5 Volt angenommen.

Hiernach ergibt sich ein grösster Spannungsverlust in den Hauptspeiseleitungen von 120 Volt, und im Primärnetz von 30 Volt, und bei 3000 Volt in der Centrale die Spannung an den Primärklemmen der Transformatoren mit 2850 Volt, während die Spannung an den Sekundärklemmen derselben 123 Volt beträgt. Es ist hiernach bei 1,5 Volt Verlust in den Sekundärleitungen und 1,5 Volt Verlust in den Hausleitungen die Spannung von 120 Volt an den Lampen gesichert.

Aus diesen Zahlen ergibt sich der grosse Werth der hier angewendeten hohen Spannung; der überhaupt auftretende grösste Spannungsabfall zwischen der Centrale und dem Versorgungsgebiet wird dadurch bei noch durchaus rationellen und nicht übermässig starken Kabelquerschnitten innerhalb der Grenze einiger weniger Prozente gehalten, so dass die Regulirung in der Centrale auf ein äusserst geringes Maass reducirt und eine Ausregulirung zwischen den einzelnen Knotenpunkten überhaupt entbehrlich wird.

Die Hauptspeiseleitungen sind in folgenden Querschnitten angefertigt und verlegt worden:

2 × 70 qmm, 2 × 100 qmm, 2 × 140 qmm, 2 × 210 qmm,

und zwar, wie ersichtlich, in solcher Weise, dass in zwei Grössen-Abstufungen die Hauptspeiseleitungen stets den doppelten Querschnitt erreichen.

Die Länge der Hauptspeiseleitungen am 1. April d. J. ergibt sich aus folgender Tabelle:

Kupfer-Querschnitt qmm	I. Ausbau der Hauptspeiseleitungen m	Erweiterung der Hauptspeiseleitungen m	Gesammtlänge m
2 × 70	1624	—	1624
2 × 100	2722	1041	3763
2 × 140	3418	—	3418
2 × 210	5534	3794	9328
Zusammen	13298	4835	18133

Die Hauptspeisekabel liegen im Durchschnitt 0,70 m unter der Strassenoberfläche; sie sind in Sand gebettet und mit schmiedeeisernen Platten abgedeckt: letztere haben 1,50 m Länge und bei 5 Kabeln 0,60 m Breite, bei 2 und 3 Kabeln

0,30 m Breite und sind vor ihrer Verlegung gebeizt und in heissem Zustande asphaltirt worden.

Diese Hauptspeiseleitungen sind von der Centrale ab bis zu den Knotenpunkten, an welchen sie in das Primärnetz eingreifen, in einem Zuge ohne Unterbrechungen durch Anschluss-, Abzweig- oder Schaltstellen verlegt worden. Die Kabel wurden in möglichst grossen Längen hergestellt, so dass die Anzahl der Verbindungsmuffen eine äusserst geringe ist.

Als Knotenpunkte des Primärnetzes sind solche Punkte gewählt worden, welche inmitten des stärksten Consums der betreffenden Gebiete liegen. Dieselben sind so vertheilt, dass das zwischen den Knotenpunkten entstehende Primärnetz, ohne den vorgeschriebenen maximalen Spannungsabfall zu überschreiten, die elektrische Energie vertheilen kann. Die Knotenpunkte sind in einfachen, normalen Transformatorschächten hergestellt, welche sich nur dadurch von den übrigen Transformatorschächten unterscheiden, dass die Hauptspeiseleitungen in denselben den Anschluss an die Hochspannungschienen finden.

Das Primärnetz des ersten Ausbaues besteht aus Kabeln von 2 × 25 qmm und 2 × 50 qmm. Die einzelnen Leitungszüge desselben ziehen von einem Hauptknotenpunkt zum anderen und können von der einen oder der anderen, oder von beiden Seiten gespeist werden; sie geben unterwegs die Energie an die Transformatoren in den einzelnen Transformatorschächten ab.

Bei den jetzigen Ausdehnungen des Primärnetzes kommen, mit alleiniger Ausnahme einzelner besonderer Verbindungslinien zwischen den Hauptknotenpunkten, für welche grössere Querschnitte verlegt werden, ausschliesslich Kabel von 2 × 35 qmm Querschnitt zur Verwendung. Massgebend hierfür ist erstens die Vereinfachung durch Verwendung eines einzigen Kabelquerschnittes, zweitens der geringfügige Preisunterschied zwischen einem Kabel von 35 qmm und einem solchen von 25 qmm Querschnitt (wenn man berücksichtigt, dass alle sonstigen Lieferungen und Arbeiten mit alleiniger Ausnahme des Kupfers dieselben bleiben), drittens die schwache Dimension, welche beim 25 qmm konzentrischen Kabel der Aussenleiter hat, und welcher ganz besondere Vorsicht beim Verlegen erforderlich macht, und viertens die Möglichkeit, den Innenleiter des 35 qmm-Kabels aus Façonkupfer, im Gegensatz zu dem massiven und wenig biegsamen Runddraht bei 25 qmm Querschnitt, herzustellen.

Die Länge des Primärnetzes am 1. April d. J. ergibt sich aus folgender Tabelle:

Kupfer-Querschnitt qmm	I. Ausbau des Primärnetzes m	Erweiterung des Primärnetzes m	Gesammt-Länge m
2 × 25	15391	3878	19269
2 × 35	—	7479	7479
2 × 50	5310	11113	16423
2 × 70	—	330	330
2 × 100	—	1028	1028
Zusammen	20701	23828	44529

Zur Umwandlung der durch das Primärnetz mit hoher Spannung und geringer Stromstärke vertheilten elektrischen Energie in solche von niederer Spannung und grosser Stromstärke behufs Abgabe an das Sekundärnetz und Vertheilung durch dieses an die Konsumenten sind insgesammt 191 Transformatoren mit einer Gesammtleistung von 3940,5 Kilowatt hergestellt, deren Vertheilung auf die einzelnen Grössen, auf den ersten Ausbau, und auf die Erweiterungen, sowie ferner nach ihrer Unterbringung in Transformatorschächten und in besonderen, in den Liegenschaften eingerichteten Transformatorräumen sich aus folgender Tabelle ergibt:

Grösse der Transformatoren.		I. Ausbau des Kabelnetzes		Erweiterung des Kabelnetzes		Zusammen		Transformatoren in	
		Stückzahl	Kilowatt	Stückzahl	Kilowatt	Stückzahl	Kilowatt	Schächten (Stückzahl)	Räumen (Stückzahl)
Ausnahme-Typen.	5 Kilowatt	—	—	1	5	1	5	—	1
	7,5 „	—	—	1	7,5	1	7,5	—	1
Normal-Typen.	12 „	35	420	34	408	69	828	55	14
	20 „	28	560	27	540	55	1100	35	20
	30 „	21	630	39	1170	60	1800	25	35
Ausnahme-Type.	40 „	—	—	5	200	5	200	—	5
	Summa	84	1610	107	2330,5	191	3940,5	115	76

Die Transformatorschächte sind, wie bereits erwähnt, auf dem Plane, Anlage 3, durch kleine rothe Kreise bezeichnet. Dieselben sind in einem mittleren Abstande von etwa 200 m in der Aussenstadt und 150 m in der Innenstadt angelegt und in der Regel an den Strassenecken untergebracht, woselbst sie mehrere abzweigende Sekundärkabel bedienen und gleichzeitig die Verbindung der dort einlaufenden Schleifen des Primärnetzes bilden können. Stellenweise sind auch Transformatorschächte, statt an den Strassenecken, dort vor den Häusern hergestellt, wo Grosskonsumenten unmittelbar vom Transformator aus versorgt werden können, und vielfach sind auch Transformatorenräume in den Kellern oder in sonst geeigneten Räumen von Grosskonsumenten eingerichtet worden.

Sämmtliche Transformatorschächte und -Räume sind in solcher Weise hergestellt, dass sie einen Theil des gesammten, einheitlichen Vertheilungs-Systems bilden, d. h. es laufen auch bei den in Privat-Liegenschaften hergestellten Transformatorräumen sowohl die Primär- als auch die Sekundärkabel ein, so dass auch dort Knotenpunkte des gesammten Netzes gebildet sind und die Versorgung von mehreren Seiten her gesichert ist.

Insgesammt sind im ersten Ausbau 79, bei den Erweiterungen 46 Transformatorschächte, im ersten Ausbau 9, bei den Erweiterungen 39 anderweitige Transformatorräume, zusammen demnach 173 Transformatorstationen hergestellt worden.

An einzelnen Stellen, wo zur Zeit noch wenig Verbrauch ist, sind im Primär- und Sekundärnetz Kabelschleifen gelegt, so dass später noch Transformatorschächte eingefügt werden können.

Wie bereits erwähnt, bestand von vornherein die Absicht, für das Sekundärnetz das Dreileitersystem anzuwenden, welches gerade für das Wechselstrom-Transformatorensystem wegen des leichten Ausgleichs im Mittelleiter sich besonders eignet. Bei den im letzten Stadium sich abspielenden Konkurrenzkämpfen um das hiesige Elektricitätswerk war die Anwendung des Dreileitersystems heftig angegriffen worden, und zwar mit Rücksicht auf die höhere Sekundärspannung, welche dabei zur Anwendung kommen sollte, so dass unter den obwaltenden Verhältnissen es für zweckmässig erachtet wurde, dasselbe fallen zu lassen und das Zweileiternetz zur Anwendung zu bringen. Das Dreileiternetz hätte in Folge der höheren Sekundärspannung von 200 Volt es gestattet, die Transformatoren weiter auseinander zu stellen und es war damals mit Rücksicht auf die nicht übermässige Anzahl derselben die bereits beim städtischen Projekt vom Jahre 1889 projektirte Unterbringung der Transformatoren in Litfasssäulen in Aussicht genommen.

Durch die Anwendung des Zweileiternetzes mussten die Transformatoren näher an einander gerückt werden; dieselben wurden dadurch weit zahlreicher, so dass von der Unterbringung in Litfasssäulen nicht mehr die Rede sein konnte. Da in Frankfurt überdies die Entwässerung als eine gesicherte angesehen werden kann, und der Boden durch die tiefe Kanalisation drainirt ist, schien es durchaus möglich, die Transformatoren nebst den dazu gehörigen Apparaten in unterirdischen Schächten unterzubringen; namentlich auch liessen die an derartigen unterirdischen Schächten praktisch hier erprobten Ventilationsverhältnisse mit mehr oder weniger Sicherheit auf ein Gelingen nach dieser Richtung schliessen.

Der Transformatorschacht ist auf Anlage 4 dargestellt. Derselbe ist 1,40 m breit und 1,80 m lang und die Seitenwände sind im horizontalen Sinne mit 10 cm Stich gewölbt. Die Sohle des Schachtes liegt rund 3,00 m unter der Trottoiroberfläche. Der Schacht ist aus besten, hartgebrannten Speyerer Backsteinen in Cementmörtel hergestellt. Für die Schachtabdeckung sind bei den zuerst hergestellten Schächten, analog den hiesigen Kanalschächten, gusseiserne Platten verwendet worden. Bei den späteren Herstellungen sind die Schächte mit Rücksicht auf die Kondensation, welche an der unteren Fläche der eisernen Platte Anfangs stattfand, wie auf Anlage 4 dargestellt, mit Betonplatten, welche auf eisernen ⊥ Trägern ruhen, abgedeckt. Die Betonplatten haben am Auflager auf den ⊥ Trägern 85 mm, am Auflager auf dem Mauerwerk 65 mm Stärke, demnach ein Gefälle von 20 mm nach Aussen.

Der Zugang in den Schacht wird durch einen Mannlochdeckkasten von 60 cm lichtem Durchmesser hergestellt, welcher teleskopartig auf eine möglichst kleingehaltene gusseiserne Platte sich aufsetzt, die auf vorerwähnten ⊥ Trägern ruht und mit einer ringförmigen Rinne zum Auffangen und Ableiten des Tropfwassers versehen ist, welches sich an dem eisernen Deckkasten etwa kondensiren und herunter fliessen könnte. Der Deckel passt ringsum in eine Nute, in welcher eine Gummidichtung liegt, und wird mittelst eines Bügels und einer Schraube angepresst und möglichst dicht abgeschlossen.

Die ganze Abdeckung ist durch eine Asphaltfilzlage abgedeckt, welche ringsum an den Mannlochdeckkasten anschliessend und sämmtliche Fugen der Betonplatten deckend, etwa durch das Trottoirpflaster einsickerndes Wasser vom Schacht fernhält und, dem Gefälle der Oberfläche der Deckung folgend, zur Ableitung bringt. Der Boden des Schachtes ist durch eine möglichst wasserdichte Betonschicht von 25 cm Stärke hergestellt.

Wie aus der Zeichnung ersichtlich, ist für die Lüftung des Schachtes durch Herstellung einer besonderen Ab- und Zuleitung Vorsorge getroffen. Der untere Raum, in welchem der Transformator aufgestellt wird, ist durch einen Bohlenbelag mit gefalzten Fugen abgedeckt, welcher durch eine zungenartig hinabreichende Wand bis in die Nähe des Schachtbodens verlängert wird. Die Verbindung mit der äusseren Luft wird durch das kleine, gusseiserne Ventilationsgehäuse hergestellt, welches im Schnitt A—B im Durchschnitt, und im Schnitt E—F in der Ansicht dargestellt ist. Dieses Gehäuse ist in der Mitte durch eine Scheidewand in zwei Abtheilungen getheilt, von welchen jede durch vier jalousieartige Oeffnungen mit der äusseren Luft kommunicirt.

Die eine dieser Abtheilungen ist durch ein 15 cm weites Steingutrohr, welches am Schachtmauerwerk heraufgeführt ist, mit dem Transformatorraum unter dem vorerwähnten Bohlenbelag verbunden, die zweite Abtheilung steht durch ein Sandsteineinlassstück, welches unmittelbar unterhalb der Deckplatte des Schachtes liegt (in der Zeichnung punktirt angedeutet), mit dem oberen Theil des Schachtes in unmittelbarer Verbindung. Die vom Transformator erwärmte Luft tritt aus dem Raum unter dem Bohlenbelag in das ersterwähnte Rohr ein und findet durch dasselbe und die linke Abtheilung des Ventilationsgehäuses ihren Abzug. Die frische Luft tritt durch die rechte Seite des Ventilationsgehäuses in den Schacht unmittelbar unter der Decke ein.

In dem unteren Raume des Schachtes ist der Transformator in einem mit Oel gefüllten gusseisernen Kasten untergebracht. Die Oeffnung im Mannloch ist so gross, dass der grösste Transformator durch dieselbe herausgeschafft werden kann. Zur Herausschaffung des Kastens dagegen ist die Aufhebung der Schachtabdeckung erforderlich.

Der obere Theil des Transformatorschachtes ist zu einem Apparatenraume ausgebildet, und zwar sind auf der Strassenseite des unter dem Trottoir angelegten Schachtes die Endverschlüsse und Bleisicherungen der Primärkabel, auf der Häuserseite des Schachtes die Endverschlüsse und Bleisicherungen der Sekundärkabel angebracht. Vor beiden Seiten sind zweiflügelige Thüren hergestellt, so dass die Endverschlüsse und Sicherungen in der Regel verdeckt sind, während diese Thüren beim Arbeiten an der einen Seite die Sicherungen u. s. w. der anderen Seite gegen Berührung schützen.

Für das Einführen der Kabel in die Schächte sind von vornherein beim Bau derselben auf jeder Seite die erforderlichen, beiderseits trompetenförmig ausgeweiteten Röhren von 30 cm Länge und 8 cm lichtem Durchmesser eingemauert.

Die Endverschlüsse sind kastenförmig ausgebildet und an zwei in der Schachtwand eingemauerten eisernen Schienen befestigt; dieselben sind beider-

seits mit Kontaktbolzen versehen, welche zur Aufnahme von Kontaktklemmen dienen. Diese Kontaktbolzen sind in der Art angeordnet, dass, wenn man im Schacht steht, und nach der Häuserseite des Schachtes zu sieht, die Kontaktbolzen für den Aussenleiter stets rechts, für den Innenleiter der Kabel links liegen.

Rechts und links von der Schachtaxe sind senkrechte, auf Porzellan-Isolatoren befestigte Kupferschienen angebracht, welche in der Höhe der Kontaktklemmen der Kabelendverschlüsse ebenfalls mit Kontaktklemmen versehen sind. Zwischen den Kontaktklemmen der Kabel und jenen der Schienen wird durch ein Einsatzstück mit Bleisicherung die Verbindung hergestellt. Durch ein ähnliches Einsatzstück mit Bleisicherung wird das untere Ende der vorerwähnten Schienen mit der Leitung verbunden, die nach dem betreffenden Pol der Primär- und beziehungsweise der Sekundärseite des Transformators führt.

Auf diese Art kann durch Herausnehmen der betreffenden zwei Einsatzstücke in den bezüglichen Schächten eine beliebige, zwischen zwei Schächten liegende Kabelstrecke ausgeschaltet, oder es kann, unter Belassung der durch den Schacht hergestellten Verbindung sämmtlicher ein- und auslaufenden Primär- und bezw. Sekundärleitungen, der Transformator im Schacht durch Herausnehmen der beiden Primär- und der beiden Sekundär-Einsatzstücke ausgeschaltet werden, oder endlich können sämmtliche Verbindungen im Schacht herausgenommen und dadurch eine Unterbrechung sämmtlicher in dem Schacht einlaufenden Leitungen bewirkt werden.

Hierdurch wird jeder Schacht zu einem bequemen, übersichtlichen Schaltraum, in welchem in einfachster und raschester Weise alle nöthigen Ein- und Ausschaltungen, wie auch alle etwa erforderlichen Messungen und Kontrollen bewirkt werden können.

Die Transformatoren sind bestimmt, die Primärspannung von etwa 2850 Volt in eine Sekundärspannung von 123 Volt zu verwandeln. Die angewendeten Transformatoren sind nach der C. E. L. Brown'schen Construction gebaut. Das Hauptaugenmerk beim Bau derselben wurde auf einen guten Wirkungsgrad und eine leichte Zerlegbarkeit der einzelnen Theile gerichtet. Das nutzbare Transformatoreisen bildet ein Rechteck; dessen lange Seiten bilden die Kerne, über welche die Spulen aufgeschoben werden, während die kurzen Seiten durch die Joche gebildet sind. Die Kerne haben runden, die Joche rechteckigen Querschnitt. Beide sind aus Eisenblechen zusammengesetzt, die durch Papier von einander isolirt und durch Schrauben zusammengepresst werden.

Dieses Eisengestell wird in einen gusseisernen Kasten eingesetzt, wobei die Joche durch eine Zugstange und zwei Hebel auf die Kerne gepresst werden. Ausserdem wird das Eisengestell durch Ansätze am gusseisernen Kasten und durch den Druck der genannten Hebel gegen denselben stets in fester Lage zum Kasten gehalten. Durch Lösen einer Schraube der Zugstange ist es somit möglich, den Transformator in seine einzelnen Theile zu zerlegen.

Die primären sowohl, als auch die sekundären Spulen sind auf Papierröhren gewickelt, die leicht über die Eisenkerne geschoben werden können. Auch bei den Verbindungen der einzelnen Spulen unter einander ist auf eine möglichst leichte Montage und Demontage Rücksicht genommen.

Die Zuführung, beziehungsweise die Abnahme des Stromes geschieht durch kräftige, gut isolirte Klemmen, die auf dem Kasten angebracht sind.

Die Spulen werden vor der Montage in Oel ausgekocht, ausserdem wird der Kasten nach Einbringung des fertig zusammengesetzten Transformators mit Oel gefüllt und mit einem leichten Deckel aus Blech überdeckt.

Die Transformatoren sind in drei normalen Typen hergestellt worden und zwar in solchen von 12 Kilowatt, 20 Kilowatt und 30 Kilowatt normaler Leistung: nur für ganz vereinzelte Fälle sind, wie aus der Tabelle auf Seite 55 ersichtlich, besondere kleinere und grössere Transformatoren verwendet worden. Die Type von 30 Kilowatt ist desshalb als grösste normale Type gewählt worden, weil bei derselben die Abkühlung bei voller Belastung und unter den vorliegenden Verhältnissen sich noch vollständig entsprechend und günstig gestaltet, während grössere Typen bereits besonderer Massnahmen in dieser Beziehung bedürfen.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass man mit diesen drei Typen vollständig und gut auskommen und sich den Bedürfnissen entsprechend anschliessen kann: wird der Bedarf an irgend einer Stelle grösser, so wird die kleinere Type gegen eine grössere ausgetauscht und erstere anderwärts verwendet.

Um diese Austauschbarkeit zu erleichtern, sind für die 12 und 20 Kilowatt-Typen Oelkasten von ein und derselben Grösse und zwar von 96 cm Länge, 73 cm Breite und 35 cm Höhe hergestellt, während die 30 Kilowatt-Type eine besondere Oelkastengrösse von 112 cm Länge, 86 cm Breite und 40 cm Höhe erhalten hat.

Die derzeit vorhandenen Transformatoren entsprechen einer Gesammtleistung von 3940,5 Kilowatt oder rund 78,000 gleichzeitig brennenden 16 NK.-Glühlampen. Der 12 Kilowatt-Transsformator kann jedoch ohne Ueberanstrengung 14 Kilowatt, der 20 Kilowatt-Transformator 23 Kilowatt und der 30 Kilowatt-Transformator 35 Kilowatt leisten, so dass die Gesammt-Inanspruchnahme der Transformatoren thatsächlich auf 4543 Kilowatt, beziehungsweise rund 90,000 Lampen, oder um ca. 15 % erhöht werden kann.

Die L e i t u n g e n d e s S e k u n d ä r n e t z e s gehen von den Sekundärschienen der Transformatorschächte aus und führen den im Schacht auf Niederspannung transformirten Strom den Konsumenten zu. Für das Sekundärnetz sind ebenfalls konzentrische Kabel verwendet worden, und zwar in Querschnitten von 2 × 70 und 2 × 100 qmm, während ausnahmsweise (bei Grosskonsumenten) für einzelne, unmittelbare Zuleitungen von den Transformatorenschächten Kabel mit grösserem Querschnitt, und zwar bis zu 350 qmm verwendet worden sind. Diese Anschlüsse für Grosskonsumenten sind jedoch ganz ähnlich den Leitungen des übrigen Sekundärnetzes mit Endverschlüssen und Bleisicherungen im unmittelbaren Anschluss an die Schienen des Transformatorschachtes hergestellt worden.

Auf Grund der beim ersten Ausbau gemachten Erfahrungen sind bei den Ausdehnungen des Kabelnetzes für die Sekundärleitungen ausschliesslich Kabel von 100 qmm verwendet worden und weiter vorgesehen, und zwar theils mit Rücksicht auf den geringen Kostenunterschied gegenüber 70 qmm Kabel, theils mit Rücksicht auf die grössere Leistungsfähigkeit, die leichtere Befriedigung etwaiger hinzukommender Konsumenten und auf die grosse Vereinfachung im

ganzen System, welches die Verwendung von nur einem Sekundärkabel-Querschnitt mit sich bringt.

Die bis zum 1. April d. J. ausgeführten Kabellängen des Sekundärnetzes, sowie deren Vertheilung auf den ersten Ausbau und auf die Erweiterungen ergeben sich aus folgender Tabelle.

Kupfer-Querschnitt qmm	I. Ausbau des Sekundärnetzes m	Erweiterung des Sekundärnetzes m	Gesammt-Länge m
2 × 25	—	89	89
2 × 70	26798	844	27642
2 × 100	8310	22819	31129
2 × 140	12	35	47
2 × 210	—	163	163
2 × 350	50	—	50
Zusammen	35170	23950	59120

Bei Herstellung des Frankfurter Kabelnetzes ist das Prinzip durchgeführt worden, die Leitungen auf beiden Seiten der Strassen in den Trottoirs, so dicht wie möglich vor den Häusern bezw. vor den Einfriedigungen der Gärten zu verlegen. An den Kreuzungen mit den Fahrbahnen ist jedes Kabel einzeln in einer circa 10 cm weiten gusseisernen, mit Blei gedichteten Röhrenleitung, welche auf jeder Seite circa 30 cm in das Trottoir ragt, verlegt worden.

a) Verlegungsart der Sekundärkabel.

M. 1:25.

Die Verlegungsart ist aus nebenstehenden Abbildungen ersichtlich. Das Sekundärkabel ist in einem mittleren Abstand von 0,60 m von der Strassenflucht verlegt worden. Wo ein Sekundärkabel allein liegt, ist dasselbe im Mittel 60 cm unter der Erdoberfläche verlegt, mit einer 10 cm nach jeder Richtung messenden Sandschicht umgeben und mit quergelegten, hartgebrannten Backsteinen abgedeckt. Wo die Trace eines Primärkabels mit jener eines Sekundärkabels zusammenfällt, ist letzteres etwa 50 cm unter der Erdoberfläche und das Primärkabel um eine Stufe d. h. etwa 20 cm tiefer, verlegt. Jedes der Kabel ist mit einer 10 cm starken Sandschicht umgeben und mit quergelegten Backsteinen überdeckt.

Durch diese Verlegung der Kabel in den Trottoirs beiderseits der Strassen sind die Kabel nahezu vollständig aus den Fahrbahnen entfernt, demnach gegen Beschädigungen bei all den Arbeiten geschützt, die unter den Strassenfahrbahnen einer Stadt vorgenommen werden. Die Berührung der Fahrbahnen wird auf ein Minimum, d. h. auf die wenigen kurzen Kreuzungsstellen beschränkt, und dort sind die Kabel, wie erwähnt, durch eiserne Rohre geschützt. Die Hausanschlüsse werden ganz kurz und treten unmittelbar aus der Hausanschlussmuffe in die Privat-Liegenschaften ein, und alle Kreuzungen der Fahrbahnen durch die Hausanschluss-Leitungen sind vermieden.

b) Verlegungsart eines Primär- und eines Sekundärkabels.

M 1:25.

Für die Primärleitungen sind eisenbandarmirte, concentrische elektrische Bleikabel der Firma Felten & Guilleaume verwendet werden. Der innere Kupferleiter ist mit einer imprägnirten Hanf- und Papier-Isolation von 5 mm Dicke isolirt. Die Rückleitung ist hierauf hergestellt und ebenfalls mit einer Isolirschicht von 5 mm und darauf folgendem Doppelbleimantel und Doppeleisenband-Armirung versehen, welche mit Compound-Ueberzug versehen ist. Es ist zwischen dem Innen- und dem Aussenleiter kein weiterer Bleimantel verwendet worden.

Die Leitungen des Secundärnetzes bestehen aus einfach concentrischen und eisenbandarmirten Bleikabeln. Die Kupferleiter sind mit imprägnirter Garn- und Papier-Isolation von $3^1/_2$ bis 4 mm Dicke isolirt, mit doppeltem Bleimantel umpresst und mit doppelter Eisenbandlage armirt und äusserlich mit Compound-Ueberzug versehen.

Die Leiter sämmtlicher Primärkabel sind aus Façonkupfer hergestellt, mit Ausnahme des grössten Querschnittes von 210 qmm, bei welchem eine vorhandene Kabeltype aus Runddrahtkupfer verwendet wurde. Die Leiter der Secundärkabel sind sämmtlich aus Runddrahtkupfer hergestellt.

Die am 1. April d. J. vorhandene Gesammtlänge des Kabelnetzes, sowie der einzelnen Kabelsorten betrug:

Hauptspeiseleitungen	18187 m
Primärleitungen . .	44529 m
Secundärleitungen .	59120 m
Prüfdrahtleitungen .	10106 m
Gesammtlänge . . .	131942 m

IV. BETRIEB DES WERKES.

Wie bereits im Abschnitt I erwähnt, wurde der Firma Brown, Boveri & Co. neben der Bauausführung des Elektricitäts-Werkes, auch der Betrieb desselben, letzterer in Gemeinschaft mit der Firma Felten & Guilleaume in Mülheim a. Rhein, übertragen. Die wesentlichsten Bestimmungen des hierüber unterm 5/10. Mai 1894 abgeschlossenen Pachtvertrags sind folgende: Die Betriebspächter garantiren der Stadt einen jährlichen Pachtzins, der im ersten Betriebsjahre 5 %, im zweiten 7 %, im dritten 9 %, im vierten und den folgenden Betriebsjahren 10 % des Anlagekapitals beträgt. Nach Zahlung des Pachtzinses erhalten die Pächter aus den Einnahmen ihre Betriebsausgaben zuzüglich 15 % der letzteren als Entschädigung für die Betriebsführung. Ergiebt sich dann noch ein Ueberschuss, so wird derselbe bis zur Höhe von 2 % des jeweiligen Anlagekapitals, ausschliesslich Grunderwerb, zur Bildung eines Erneuerungs- und Reservefonds verwandt, bis letzterer auf 10 % des Anlagekapitals angewachsen oder im Falle eines theilweisen Verbrauchs wieder auf 10 % ergänzt ist. Ein weiterer Ueberschuss wird gleichmässig zwischen Stadt und Pächtern getheilt. Der Preis des Lichtstromes wurde auf 80 Pfg., jener des Motorenstromes auf 20 Pfg. pro Kilowattstunde mit entsprechenden Rabatten festgesetzt. Bei Erweiterungen des Werkes haben die Pächter für die elektrischen Theile (Dynamos, Transformatoren und Kabel) das ausschliessliche Lieferungsrecht. Für die Ausführung von Hausinstallationen haben die Pächter keinerlei Vorrechte. Die Pächter sind 20 Jahre an den Vertrag gebunden, während der Stadt die Auflösung des Vertrags nach vorausgegangener zwölfmonatlicher Kündigung jeweils am 1. April jeden Jahres zusteht.

Die Ueberwachung der Betriebsführung der Pächter städtischerseits obliegt der städtischen Elektricitäts-Commission, zur Zeit bestehend aus drei Mitgliedern des Magistrats und aus fünf Mitgliedern der Stadtverordneten-Versammlung. Die unmittelbare Betriebsführung liegt in den Händen des Direktors Melms.

Die Betriebszeit seit Eröffnung des Werkes zerfällt in zwei Abschnitte, und zwar in den Zeitraum des Probebetriebes vom 16. Oktober bis 31. Dezember 1894 und in den Zeitraum des regelmässigen Betriebes seit dem 1. Januar 1895. Beim Beginn des letzteren betrug der Preis des Lichtstromes 80 Pfg. pro Kilowattstunde. Infolge der günstigen Ergebnisse des ersten Betriebsjahres wurde vom 1. November 1896 ab der Preis auf 70 Pfg. herabgesetzt, während der Preis des Motorenstroms mit 20 Pfg. unverändert blieb. Am 1. April 1898 ist ein neuer Tarif eingeführt worden, der eine weitere Herabsetzung des Lichtstrompreises auf 60 bezw. 40 Pfg. pro Kilowattstunde und wesentliche Ermässigungen der Kosten der Hausanschlüsse, der Installations- [illegible] der Zählermiethe bezweckt. Der Wortlaut dieses Tarifs folgt

Bedingungen

für den Bezug elektrischer Energie für Beleuchtung, Betriebskraft und sonstige Zwecke aus dem

Elektricitätswerk der Stadt Frankfurt a. M.

§ 1.

Das Elektricitätswerk liefert allen Abnehmern, welche an von elektrischen Sekundär-Kabelleitungen durchzogenen Strassen liegen und elektrische Energie zu beziehen wünschen, diese auf Grund der nachstehenden Bedingungen und in ausreichender Menge zur Tag- und Nachtzeit.

§ 2.

Der Anschluss der einzelnen Grundstücke an das Strassennetz und bis zum Elektricitätszähler erfolgt nur durch das Elektricitätswerk gegen vorherige Zahlung eines einmaligen Beitrages von 50 Mark pro Hausanschluss seitens des Consumenten. Dies gilt jedoch nur für Hausanschlüsse bis zu 8m Kabellänge. Bei längeren Hausanschlüssen sind die Mehrkosten vom Konsumenten besonders zu vergüten.

Dieser Anschluss bleibt jedoch Eigenthum des Elektricitätswerkes.

§ 3.

Die Abnehmer haben das Recht, vom Elektricitätszähler ab die Installation innerhalb ihrer Grundstücke von hierzu zugelassenen Installateuren entsprechend den vom Elektricitätswerk hierfür in Uebereinstimmung mit dem Magistrat erlassenen Vorschriften ausführen zu lassen. Vor ihrem Anschluss an das Netz werden die Installationen durch das Elektricitätswerk auf vorschriftsgemässe Ausführung zwecks Feststellung ihrer Anschlussfähigkeit geprüft.

Für die Prüfung und Abnahme der Installation ist bei Gelegenheit des Anschlusses eine einmalige Gebühr von 50 Pfennig für jede installirte Glühlampe, 3 Mark für jede installirte Bogenlampe und 5 Mark für jeden installirten Motor bis zu 1 Pferdestärke, insgesammt jedoch für jede Installation höchstens 200 Mark zu bezahlen. Für grössere Motoren und für Apparate zu anderweitigen Zwecken wird die Abnahmegebühr vom Elektricitätswerk von Fall zu Fall festgesetzt.

§ 4.

Die elektrische Energie für die verschiedenen Gebrauchszwecke wird zu den nachstehend verzeichneten Ansätzen berechnet:

a) **Energie für Beleuchtungszwecke:**

1) Für die ersten 3000 Kilowattstunden:

60 Pfennige pro Kilowattstunde mit folgenden auf den Gesammtverbrauch zu beziehenden Rabattsätzen:

5 %	bei	einer	Brenndauer	von	mehr	als	300	Stunden
10 %	"	"	"	"	"	"	500	"
15 %	"	"	"	"	"	"	750	"
20 %	"	"	"	"	"	"	1000	"
25 %	"	"	"	"	"	"	1500	"
30 %	"	"	"	"	"	"	2000	"

wobei die Anzahl der Brennstunden durch Division der in den Lampen installirten Kilowatt in die im gesammten Jahre von dem Konsumenten verbrauchten Kilowattstunden bestimmt wird.

2) Für den über 3000 Kilowattstunden hinausgehenden Konsum:
40 Pfennige pro Kilowattstunde ohne weiteren Rabatt.

b) **Energie für elektrische Motoren** (ausgenommen solche zum Betriebe von Dynamomaschinen oder Batterien für Lichtgewinnung), **Beheizung** und **Elektrochemie:**

20 Pfennige pro Kilowattstunde mit folgenden auf den Gesammtverbrauch zu beziehenden Rabattsätzen:

5 %	bei einer Betriebsdauer von mehr als	750 Stunden
10 %	" " " " " "	1000 "
15 %	" " " " " "	1500 "
20 %	" " " " " "	2000 "
25 %	" " " " " "	2500 "

wobei die Anzahl der Betriebsstunden durch Division der für die Normalleistung der Motoren beanspruchten Kilowatt in die in dem betreffenden Jahre von dem Konsumenten verbrauchten Kilowattstunden bestimmt wird.

§ 5.

Die zur Messung der elektrischen Energie dienenden Apparate werden den Abnehmern zu dem im nachstehenden Tarif festgesetzten jährlichen Miethpreise leihweise überlassen und bleiben Eigenthum des Elektricitätswerkes.

Die Kosten der Unterhaltung und etwaiger Reparaturen trägt das Elektricitätswerk, sofern die Beschädigung des Elektricitätsmessers nicht durch die Schuld des Abnehmers herbeigeführt worden ist, in welchem Falle dieser zur Erstattung der Kosten verpflichtet ist.

Die jährliche Miethe beträgt:

für Elektricitätsmesser	bis zu 3,0	Kilowatt	Mk. 12.—
" "	für mehr als 3,0	"	" 24.—

§ 6.

Der Betrag der vorläufig ohne Berücksichtigung etwaiger Rabatte ausgestellten Rechnungen wird von den Abnehmern nach Wahl des Elektricitätswerkes monatlich oder vierteljährlich eingezogen.

Etwaige Rabattvergütungen kommen von der letzten Jahresrate in Abzug.

§ 7.

Dem Elektricitätswerk steht das Recht zu, die Elektricitätsmesser, Leitungen etc. von Zeit zu Zeit zu prüfen und, wo es nöthig ist, in Stand setzen zu lassen.

Ferner steht demselben das Recht zu, falls der Abnehmer Störungen im Kabelnetz verursacht oder Aenderungen in einer bestehenden Einrichtung eigenmächtig vornimmt, oder den Aufsehern des Elektricitätswerkes den Zutritt verweigert, oder falls derselbe die Zahlungen nicht pünktlich leistet, ohne vorherige richterliche Entscheidung die Leitung absperren zu lassen und die fernere Lieferung des Stromes an ihn einzustellen.

§ 8.

Sollte das Elektricitätswerk in der Erzeugung oder Fortleitung der Energie zu den Abnehmern verhindert sein, so hört seine Verpflichtung zur Lieferung derselben solange auf, bis die Störungen und deren Folgen beseitigt sind, und können die Abnehmer in solchen Fällen keinerlei Entschädigung beanspruchen.

§ 9.

Abänderungen dieser Bestimmungen bleiben vorbehalten und treten 3 Monate nach erfolgter öffentlicher Bekanntmachung in Kraft.

Die Entwickelung des Werkes während der abgelaufenen 3 Betriebsjahre ist eine durchaus erfreuliche. Die Betriebsergebnisse der einzelnen Betriebsjahre sind in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt.

Betriebs-Ergebnisse.

Bezeichnung.	Betriebsjahr			Steigerung in %	
	1895/96*)	1896/97	1897/98	von 1895/96 zu 1896/97	von 1896/97 zu 1897/98
Anzahl der Hausanschlüsse . .	469	598	797	27,5	33,3
Installirte Lichtzähler	657	850	1128	29,4	32,7
Installirte Kraftzähler	61	120	183	96,8	52,5
Angeschlossene Glühlampen à 16 NK	29346	40825	54968	39,2	34,6
Angeschlossene Bogenlampen à 10 Amp.	495	624	658	26,1	5,4
Angeschlossene Motoren in PS.	642,7	1063,5	1499,5	65,5	41,0
Angeschlossene Schmelzöfen in Kilowatt	—	—	252	—	—
Angeschlossene Kilowatt im Ganzen	2249,45	3249,15	4593,95	44,4	41,4
Zahl der angeschlossenen Lampen à 16 NK oder deren Werth .	44989	64983	91714	44,4	41,4
Maximal brennende Lampen in % der angeschlossenen Lampen	43	42,5	36,5	— 0,12	— 1,4
Durchschnittliche Benutzungsdauer eines angeschlossenen Kilowatts in Stunden . . .	636	612	587	— 3,9	— 4,1
Nutzbar abgegebene Kilowattstunden	1430180	1988966	2695945	39,1	35,5
Nutzbar abgegebene Energie pro Tag im Mittel in Kilowattstunden	3136	5449	7386	73,6	35,6
Betriebsstunden der Dampfkessel	22600	30439	36878	35,0	21,2
Betriebsstunden der Dampfmaschinen	9532	11355	14330	19,1	26,2
Gesammt-Kohlenverbrauch incl. Anheizen, in Tonnen . . .	4526	5808	8113	28,3	39,7
Kohlenverbrauch pro nutzbar abgegebene Kilowattstunde .	3,16	2,92	3,02	— 8,3	+ 3,4

Wie aus der Tabelle ersichtlich, stieg die Zahl der Hausanschlüsse von 469 auf 797, der angeschlossenen Glühlampen von 29 346 auf 54 968, der angeschlossenen Motoren von 642,7 auf 1499,5 P. S., der angeschlossenen Lampen und Motoren zusammen, letztere auf 16 N. K. Lampen umgerechnet, von 44 989 auf 91 714; letztere haben sich also innerhalb 2 Jahren mehr als verdoppelt. Die Zahl der nutzbar abgegebenen Kilowattstunden stieg von 1 430 180 auf 2 695 945.

*) 1895/96 umfasst einen Zeitraum von 15 Monaten.

Die nachstehende graphische Darstellung gibt ein anschauliches Bild dieser Entwickelung und bedarf wohl keiner weiteren Erläuterung.

Graphische Darstellung

a. der nutzbar abgegebenen Kilowatt-Stunden

b. der angeschlossenen Lampen u. Motoren*)

c. des Kohlenverbrauchs pro nutzbar abgegebene Kilowatt-Stunde.

*) auf Lampen à 16 N. K. reducirt.

Die beiden folgenden Tabellen geben Aufschluss über die verschiedenen Arten der Consumenten der elektrischen Energie und über die mannigfaltige Verwendung derselben in öffentlichen und Privatgebäuden, sowie in gewerblichen Betrieben. Insbesondere muss der Aufschwung, den der Motorenanschluss genommen hat, als ein sehr erfreulicher bezeichnet werden. Der lebhafte Motorenanschluss ist besonders dadurch begünstigt worden, dass denjenigen Grossconsumenten, welche während der täglichen Hauptbelastung der Centrale für den Lichtbetrieb den Stromconsum auf Verlangen ganz einstellen oder doch wesentlich ermässigen, billige Ausnahmspreise zugebilligt worden sind. Mit dem heute erreichten Motorenanschluss von rund 1500 P. S. nimmt Frankfurt unter den deutschen Elektricitäts-Werken nach Berlin die erste Stelle ein bezüglich der Abgabe elektrischer Energie zu Kraftzwecken. In dem Bestreben, die regelmässige Tagesbelastung des Elektricitätswerks gegenüber der durch den Lichtconsum erhöhten Abendbelastung zu verstärken, verwendet die städtische Verwaltung in ihren Betrieben überall die elektrische Energie, wo dies mit Rücksicht auf das Gesammtinteresse angezeigt erscheint. So werden u. a. die maschinellen Einrichtungen des städtischen Lagerhauses, ferner die Pumpstation für die Kanalisation der unteren Altstadt mit Elektromotoren betrieben. In gleicher Weise ist in Aussicht genommen, die grossen Pumpstationen der städtischen Wasserwerke am Oberforsthause und bei Goldstein elektrisch zu betreiben und endlich darf nicht unerwähnt bleiben, dass die Einführung elektrischen Betriebes auf den städtischen Strassenbahnen das Elektricitätswerk sehr bald in erheblichem Maasse in Anspruch nehmen wird.

Hinsichtlich der finanziellen Ergebnisse des Werkes verweisen wir auf die, auf Seite 70 abgedruckte Tabelle.

Aus der Tabelle sind die Einnahmen und Ausgaben des Werkes während der abgelaufenen drei Betriebsjahre ersichtlich. Die Einnahmen pro nutzbar abgegebene Kilowattstunde haben sich von 40,09 Pfg. im ersten, auf 30,60 Pfg. im zweiten und 29,02 Pfg. im letzten Betriebsjahr vermindert. Diese Verminderung hat ihre Ursache theils in der im Jahre 1896 erfolgten Herabsetzung des Lichtpreises von 80 auf 70 Pfg. pro Kilowattstunde, theils in der Vermehrung des Motorenstroms.

Die Ausgaben für Betriebskosten pro nutzbar abgegebene Kilowattstunde haben sich von 18,71 Pfg. im ersten, auf 13,67 Pfg. im zweiten und auf 12,36 Pfg. im letzten Betriebsjahr ermässigt. Die sonstigen Ausgaben für Verzinsung, Abschreibung, Erneuerungsfonds, Vergütung an die Betriebspächter etc. betrugen pro nutzbar abgegebene Kilowattstunde 21,38 bezw. 16,93 bezw. 16,66 Pfg.

Auch das finanzielle Ergebniss kann als ein günstiges bezeichnet werden.

Die erzielten Einnahmen genügten nicht nur zur Deckung der Betriebskosten und der Kosten für Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals und der vertragsmässigen Vergütung an die Betriebspächter, sondern ermöglichten auch die Bildung von Erneuerungs- und Abschreibungs-Fonds, deren Gesammthöhe einschliesslich Zinsen, heute rund 470000 Mk. oder etwa 11,3 % des Anlagekapitals beträgt, und ferner die Abführung von rund 67000 Mk. an das städtische Ordinarium.

Angeschlossene Lampen am Schlusse des Betriebsjahres.

Verwendungsart	Zahl der Abnehmer			Zahl der Glühlampen à 16 NK.			Bogenlampen à 10 Amp.			Zusammen in 16 NK Lampen umgerechnet		
	1895/96	1896/97	1897/98	1895/96	1896/97	1897/98	1895/96	1896/97	1897/98	1895/96	1896/97	1897/98
Bahnhöfe, Postämter	—	1	1	—	312	312	—	91	91	—	1 040	1 040
Ladengeschäfte	223	296	319	6 312	7 947	8 763	193	270	287	7 663	10 107	11 073
Wohnungen	150	258	438	10 840	17 202	26 707	2	2	2	10 854	17 218	26 723
Banken und Bureaux	53	58	83	3 505	3 563	4 877	5	—	3	3 540	3 563	4 896
Fabriken, Werkstätten und Lager	22	36	52	1 950	2 689	3 959	108	32	26	2 706	2 945	4 164
Kirchen, Schulen, Museen	4	13	15	839	2 527	2 684	—	8	8	839	2 591	2 748
Hospitäler	2	4	7	377	1 449	1 625	—	—	—	377	1 449	1 625
Hotels, Restaurants und Cafés	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	49	49	41	3 620	2 602	2 844
[illegible]	4	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]						[illegible]						[illegible]
[illegible]					[illegible]	[illegible]	[illegible]				[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]						

Angeschlossene Motoren am Schlusse des Betriebsjahres.

Art des Betriebes:	Zahl der Motoren:			PS der Motoren:		
	$18^{95}/_{96}$	$18^{96}/_{97}$	$18^{97}/_{98}$	$18^{95}/_{96}$	$18^{96}/_{97}$	$18^{97}/_{98}$
Aufzüge	9	12	13	65,5	82	77,5
Bäckerei	2	4	5	4	6,75	8,75
Brauerei, Kelterei	2	4	4	9,5	103	103
Bügelmaschine	—	—	1	—	—	2
Cartonnagefabrik	1	2	1	2	5,5	2
Cigarettenfabrik	1	1	1	0,75	0,75	0,75
Conditorei	—	—	1	—	—	0,75
Druckerei	7	13	25	65,5	120,5	175,75
Elektrolyse	9	11	11	184,9	221,9	274,9
Fahrradwerke	—	—	1	—	—	22
Farbmühle	—	—	1	—	—	0,75
Getreide-Elevatoren	—	2	2	—	70	70
Gebläse	1	2	3	2	5,5	6,25
Gerberei	—	—	1	—	—	9
Glaserei	—	—	1	—	—	2
Gummifabrik	—	—	1	—	—	3,5
Kaffeebrennerei	4	6	6	14,9	22,9	28,4
Kohlenmühle	—	1	2	—	6	19
Korkfabrik	1	1	—	2	2	—
Kühlmaschine	3	4	3	15,5	19	13
Kupferschmiede	1	1	2	2	2	8
Lampenfabrik	1	1	1	15	15	15
Laufkrahn	1	1	2	13	13	19
Lederwalkerei	1	2	1	6	12	6
Liniiranstalt	—	—	1	—	—	0,75
Mechanische Werkstatt	4	13	20	15	41,5	77,15
Metzgerei	5	10	12	10	24,5	28,5
Mühlenbau-Anstalt	1	1	1	22	22	35
Maschinenfabrik	—	—	1	—	—	45
Müllerei	—	—	1	—	—	22
Nudelfabrik	—	—	1	—	—	6
Nähmaschinen	—	—	1	—	—	0,15
Pumpe	1	3	7	2	4,4	100
Papierspitzenfabrik	—	—	1	—	—	6
Pillenapparat	—	—	1	—	—	0,75
Rohrpost	1	2	2	6	8	8
Rührwerk	—	4	4	—	9,5	9,5
Sandstrahlgebläse	—	—	1	—	—	13
Schleifmaschine	—	2	5	—	3,9	6,7
Schmirgelfabrik	6	6	7	161	161	163
Schreinerei	1	6	5	3,5	34,9	31,4
Schuhfabrik	3	2	2	10,15	15	15
Schriftgiesserei	—	—	1	—	—	0,75
Steinsäge	—	—	1	—	—	6
Techn. Papierfabrik	—	—	2	—	—	12
Techn. Kohlenfabrik	—	—	3	—	—	11,75
Ventilator	5	14	12	10,5	28,3	21,55
Waschmaschine	—	1	2	—	2	8
Walzwerk	—	—	1	—	—	3,5
Zuschneidemaschine	—	1	1	—	0,75	0,75
Zusammen	71	133	185	642,7	1063,55	1499,5

Finanzielle Ergebnisse des städtischen Elektricitätswerkes zu Frankfurt a. M.

Bezeichnung.	Betriebsjahr 1895/96* im Einzelnen ℳ	1895/96* im Ganzen ℳ	1896/97 im Einzelnen ℳ	1896/97 im Ganzen ℳ	1897/98 im Einzelnen ℳ	1897/98 im Ganzen ℳ	Pro nutzbar abgegebene Kilowattstunde in Pfennigen: im Einzelnen 1895/96*	im Einzelnen 1896/97	im Einzelnen 1897/98	im Ganzen 1895/96*	im Ganzen 1896/97	im Ganzen 1897/98
Einnahmen:												
Für Lichtstrom	465 890,78		467 355,32		568,875,30		36,82	28,61	26,93			
Für Motorenstrom	60 686,81		101 790,28		157 125,82							
Abnahmegebühren für Haus-Installationen	27 758,70		10 614,50		16 490,50		1,94	0,33	0,61			
Zähler-Miethe	18 811,14		27,546,99		36 622,02		1,31	1,39	1,36			
Diverse Einnahmen	301,98		1 437,06		3 158,79**		0,02	0,07	0,12			
Gesammt-Einnahme		573 449,41		608 744,15		782 272,43				40,09	30,60	29,02
Ausgaben:												
a) Betriebskosten.												
Kohlen und Holz	84 322,59		105 024,02		147 152,95		5,89	5,28	5,46			
Speisewasser	6 339,10		10 758,90		12 083,05		0,44	0,54	0,45			
Oel, Putz-, Schmier- und sonstige Materialien	21 944,06		9 912,33		21 913,97		1,53	0,50	0,81			
Gehalte und Löhne	105 142,37		93 381,34		113 421,74†		7,35	4,70	4,21			
Krankenkasse, Alters-, Invaliditäts-, Feuer- und Unfall-Versicherung	5 114,25		2 235,74		1 613,34		0,36	0,11	0,06			
Handlungs- und Allgemeine Unkosten	36 031,02		39039,85††		22 019,81		2,52	1,96	0,82			
Miethen. Steuern und Abgaben	4 654,20		4 568,58		7 095,92		0,33	0,23	0,26			
Abschreibung auf Mobilien und Werkzeuge	4 040,19		4 720,31		7 397,50		0,28	0,24	0,27			
Reparatur und Prüfung der Zähler	47,35		2 289,80		515,23		0,003	0,11	0,02			
Summe **a**		267 635,13		271 925,87		333 213,71				18,71	13,67	12,36
b) Verzinsung, Abschreibung etc.												
3½% Verzinsung und 1% Tilgung des Anlagekapitals	83 905,49		132 336,30		151 000,22		5,86	6,65	5,60			
Vergütung an die Betriebspächter	70 296,83		55 861,20		73 615,25		4,92	2,81	2,73			
Abschreibungsfonds	106 747,21		97 259,27		97 684,95		7,46	4,89	3,62			
Erneuerungs- und Reservefonds	44 864,75		51 361,51		59 625,89		3,14	2,58	2,21			
An das städt. Ordinarium abgeführt	—		—		67 132,41		—	—	2,50			
Summe **b**		305 814,28		336 818,28		449 058,72				21,38	16,93	16,66
Gesammt-Ausgaben wie oben		573 449,41		608 744,15		782 272,43				40,09	30,60	29,02

*) Betriebsjahr 1895/96 umfasst 15 Monate.
**) Einschliesslich Mk. 240 für Drucksachen.
†) Einschliesslich Mk. 9989,62 für städtisches Bureau zur Beaufsichtigung des Betriebes.
††) Einschliesslich Mk. 2011,25 für Stempel etc.

Ueber die Anlagekosten des Werkes und die bis jetzt erfolgten Tilgungen und Abschreibungen gibt die folgende Tabelle Aufschluss:

Anlage-Kosten, Abschreibung und Buchwerth des städtischen Elektricitätswerkes zu Frankfurt a. M.

(Betriebs-Eröffnung 1. Januar 1895.)

Bezeichnung.	Stand am 1. April 1897.			Stand am 1. April 1898.		
	Anlage-Kosten ℳ	Abschreibung und Tilgung ℳ	Buchwerth ℳ	Anlage-Kosten ℳ	Abschreibung und Tilgung ℳ	Buchwerth ℳ
Grundstück	254 778,65	3 240,75	251 537,90	254 778,65	4815,58	249 963,07
Bauliche Anlagen . .	479 881,35	12 208,05	467 673,30	654 593,39	20 251,76	634 341,63
Maschinelle und elektrische Einrichtungen	864 866,33	110 009,67	754 856,66	1 223 567,67	179 727,44	1 043 840,23
Kabelnetz einschliesslich Transformatoren	1 618 863,19	102 957,85	1 515 905,34	1 835 778,66	157 202,17	1 678 576,49
Elektricitäts-Zähler . .	137 170,82	8 724,05	128 446,77	178 434,77	14 036,69	164 398,08
Gesammt-Betrag . . .	3 355 560,34	237 140,37	3 118 419,97	4 147 153,14	376 033,64	3 771 119,50
Pro angeschlossene Lampe von 16 NK oder deren Werth	51,64	3,65	47,99	45,13	4,09	41,04

Die rasche Ausdehnung des Werkes und die seitherige günstige Fortentwickelung desselben berechtigen zu der Hoffnung, dass das Werk auch fernerhin die auf dasselbe gesetzten Erwartungen erfüllen werde.

Einführung elektrischen Betriebes auf der Strassenbahn.

Auf Grund eines zwischen der Société anonyme des tramways de Francfort s. M. und dem Magistrat abgeschlossenen Vertrages hat die genannte belgische Gesellschaft seit geraumer Zeit das anfangs kleine, aber rasch zunehmende Netz von Pferdebahnen betrieben. Dieser gut geleitete Betrieb befriedigte nicht nur das Publikum, sondern trug auch der Gesellschaft stetig wachsende Dividenden ein. Die hohe Bedeutung aber, welche dieses Verkehrsmittel nach und nach gewann, und die Erkenntniss, dass den Interessen der sich überaus rasch entwickelnden Stadt am besten werde gedient werden, wenn die Stadt über die Strassenbahnen künftig allein verfüge, führten die städtische Verwaltung zu der Erwägung, ob nicht zweckmässig von dem der Stadt vertraglich zustehenden Recht, das Trambahnunternehmen am 1. Januar 1898 zu erwerben, Gebrauch zu machen sei.

Die angestellten Erhebungen führten zu dem Beschluss, die Strassenbahn zum genannten Zeitpunkt in städtisches Eigenthum und Besitz zu übernehmen. Gleichzeitig wurden eingehende Untersuchungen darüber angestellt, ob es rathsam sei, dem Beispiel zahlreicher anderer Städte zu folgen und den elektrischen Betrieb einzuführen.

Eine diese Frage eingehend behandelnde Denkschrift kam zu dem Schluss, dass die Einführung des elektrischen Betriebes auf den hiesigen Strassenbahnen aus Gründen verkehrstechnischer und wirthschaftlicher Natur sich durchaus empfehle, ja dass mit Rücksicht auf die der belgischen Gesellschaft vertragsmässig noch bis zum Jahre 1914 zu zahlende hohe Rente von jährlich rund 300000 Mk. eine thunlichst rasche Einführung des elektrischen Betriebes wegen der dadurch allein zu erzielenden finanziellen Vortheile geboten sei. Die städtischen Behörden schlossen sich dieser Auffassung an und beschlossen im Herbst 1896 im Princip die Einführung elektrischen Betriebes und die vorgeschlagene Ausschreibung zur Erlangung von Angeboten bewährter Firmen für die Umwandlung des Betriebes. Eine Entscheidung über die beste Art der Einrichtung des Betriebes, insbesondere über die Frage, ob die Stadt den Betrieb selbst führen oder diesen einem privaten Unternehmer überlassen solle, wurde zunächst noch vorbehalten. Ebenso wurde die schwierige und selten ohne Kampf zu erledigende Frage nach dem zu wählenden System noch offen gelassen und

zunächst nur den Anbietern anheimgestellt, Angebote für die vier Fälle getrennt abzugeben, dass nämlich:

a) sämmtliche Linien mit oberirdischer Zuleitung betrieben werden;
b) die oberirdische Zuleitung ausgeschlossen ist auf den Strassenzügen Zeil—Steinweg—Palmengarten, Hauptwache—Hauptbahnhof, Untermainbrücke bis Anfang Reuterweg, Hauptwache bis Anfang Oederweg;
c) die oberirdische Zuleitung nur ausgeschlossen ist auf dem Strassenzuge Gallusanlage—Constablerwache;
d) die oberirdische Zuleitung ausgeschlossen ist nur auf der Strecke Gallusanlage—Hauptwache.

Neben der Wahl des Systems trat als zweite wichtige Frage die der Krafterzeugung in den Vordergrund. Da die Voruntersuchungen nicht mit Bestimmtheit ergaben, ob es zweckmässiger sei, den zum Bahnbetrieb erforderlichen Gleichstrom in einer besonderen Gleichstromcentrale zu erzeugen, oder den in der vorhandenen Centrale hergestellten Wechselstrom umzuformen und dann als Gleichstrom zu benutzen, so wurde auch die Entscheidung dieser Frage von dem Ergebniss der Ausschreibung abhängig gemacht.

Jedes vollständige Angebot musste hiernach zwei Lösungen für die Krafterzeugung und die genannten vier Fälle, die bei der Wahl des Systems in Betracht kamen, behandeln. Es ergab sich hiernach eine grosse Anzahl von Varianten, wodurch die Prüfung und Vergleichung der einzelnen Angebote nicht unerheblich erschwert wurde.

Sieben Firmen reichten Angebote ein, und zwar:

1. Elektricitäts-Actiengesellschaft vorm. Schuckert & Co., Nürnberg.
2. Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin.
3. Westinghouse Electric Company, London.
4. Actiengesellschaft, Elektricitätswerke vorm. O. L. Kummer & Co., Dresden.
5. Union, Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin, und Elektricitäts-Actiengesellschaft vorm. W. Lahmeyer & Co., Frankfurt a. M.
6. Elektricitäts-Gesellschaft F. Singer & Co., Berlin.
7. Siemens & Halske, Berlin, und Brown, Boveri & Co., Frankfurt a. M.

Gleichstromprojecte wurden von den Firmen unter 1, 2, 4, 5 und 6 und Wechselstromprojecte von denjenigen unter 1, 2, 3, 4, 5 und 7 bearbeitet.

Die Kostenanschläge dieser Firmen wurden für die verschiedenen Krafterzeugungs- und Stromzuführungssysteme einem eingehenden Vergleich unterworfen, für welchen zunächst erst durch geeignete Ergänzungen oder Aenderungen im Rahmen der angegebenen Einheitspreise, eine Basis geschaffen werden musste, welche der Eigenart eines jeden der Angebote gerecht wurde.

A. Krafterzeugung.

Vier Firmen haben sich für die unmittelbare Erzeugung von Gleichstrom und drei Firmen für die Verwendung und Umformung des einphasigen, bezw. dreiphasigen, in der bestehenden Centrale zu erzeugenden Wechselstromes ausgesprochen. Diese Verschiedenheit der Ergebnisse liess schon vermuthen, dass

Als Gesammtergebniss der angestellten Untersuchungen wurde festgestellt, dass unter den hier vorliegenden Verhältnissen und mit Rücksicht darauf, dass die bestehende Kraft-Centrale, wie auch die Strassen-Bahnen im Besitze der Stadt sind, die Verwendung bezw. Umformung des in der vorhandenen Centrale erzeugten Wechselstromes sich empfehle, und zwar in erster Linie nach dem Project der Firmen Siemens & Halske und Brown, Boveri & Comp. Der von letzterer garantirte Wirkungsgrad der Umformer beträgt 91% bei Vollbelastung und 89% bei $^2/_3$ Belastung.

Hinsichtlich der Anzahl der Umformerstationen ist noch zu bemerken, dass sich von sechs Firmen, welche Wechselstrom-Projecte bearbeitet haben, die Mehrzahl für eine, am Schillerplatz zu errichtende Station entschieden hat. Vergleichende Berechnungen haben ergeben, dass in der That für das zur Zeit bestehende Bahnnetz bei Durchführung der Oberleitung auf allen Strecken diese Anordnung die billigste ist; auch das Hinzutreten weiterer Linien innerhalb der jetzigen Stadtgrenze würde die Zweckmässigkeit der Anordnung der Unterstation am Schillerplatz nicht ändern.

Erst bei einer Ausdehnung der nach Vororten führenden Linien über die nächstgelegenen Vororte hinaus würde die Errichtung weiterer Unterstationen in Frage kommen. Von fast allen Firmen ist die Unterbringung der Maschinen in unterirdisch unter dem Schillerplatz anzulegenden Räumen vorgesehen worden.

B. System der Stromzuführung.

Wie bereits erwähnt, waren ausser der reinen Oberleitung, Fall a, noch drei verschiedene Fälle, b, c, d, zu erörtern, in denen gewisse Strassen von der Oberleitung frei bleiben sollten.

Für den Fall b — Ausschluss der Oberleitung auf den Strecken von der Zeil bis zum Palmengarten und zum Hauptbahnhof — konnte nur die Anwendung des Theilleitersystems oder des gemischten Betriebes mit Akkumulatoren in den Wagen in Frage kommen, da die unterirdische Stromzuführung bei der grossen Länge der in Betracht kommenden Strecken sich von selbst durch die hohen Anlagekosten verbot.

In der That hat auch die grosse Mehrzahl der Firmen die Anwendung des gemischten Betriebes mit Akkumulatoren in Vorschlag gebracht. Nur zwei Firmen befürworteten die Anwendung des Theilleitersystems. Dieses System hat sich aber bisher im praktischen Betrieb noch nicht so bewährt, dass es hier in Frankfurt in so grossem Umfang zur Anwendung gebracht werden könnte. Wenn auch die Baukosten nicht sehr erheblich sind, so fehlen doch ausreichende Erfahrungen über die Kosten des Betriebes und vor Allem über die Betriebssicherheit des Systems.

Es blieb also nur noch der Betrieb mit Akkumulatoren übrig, bei welchem diese in den Wagen unter den Sitzen Aufstellung finden und entweder auf den Strecken mit oberirdischer Stromzuführung oder an besonderen Stationen bezw. an den Haltestellen geladen werden. Die seit etwa drei Jahren mit diesem System in Hagen, Hannover und Dresden gesammelten Erfahrungen berechtigen zu der Annahme, dass man für die Strecken, die von oberirdischer Zuleitung

frei bleiben sollen, Akkumulatoren mit Erfolg verwenden kann, sofern die hierdurch herbeigeführte Erhöhung der Anlage- und Betriebskosten in den Kauf genommen wird. Für Frankfurt stellt sich die Verwendung von Akkumulatorwagen deshalb besonders ungünstig, weil fast alle Strassenbahnwagen einen Theil derjenigen Strecken befahren, welche von der Oberleitung freigelassen werden sollen. Mindestens 80 % aller Wagen müssten mit Akkumulatoren ausgerüstet werden und deren Gewicht von etwa je zwei Tonnen auch auf den langen Oberleitungsstrecken mit sich führen, wenn man es unter diesen Umständen nicht vorzöge, überhaupt zum reinen Akkumulatorenbetrieb überzugehen. Die angestellten ausführlichen Vergleichsrechnungen haben ergeben, dass bei der Anwendung des gemischten Systems im Falle b jährlich an Betriebskosten mindestens Mk. 200,000.—, an Anlagekosten gegenüber Fall a rund $^1/_2$ Million Mark mehr aufgewendet werden müssen, als wenn reine Oberleitung ausgeführt wird. Diese Mehrkosten gelten nur für einen gesammten Strassenbahnverkehr von $6^2/_3$ Millionen Wagenkilometern; sie würden bei einer Steigerung des Verkehrs oder bei der Einrichtung neuer Linien, die die oberleitungslosen Strecken berühren, weiter wachsen. Auch ist bei dieser Rechnung die Mehrausgabe für die stärkere Abnutzung des Oberbaues durch den Verkehr der schwereren Wagen nicht berücksichtigt, und ebensowenig ist die grössere Abnutzung des rollenden Materials, die besonders bei dem häufigen scharfen Bremsen der schweren Wagen auf den Stadtstrecken eintritt, in Ansatz gebracht worden.

Bei der Berechnung der Mehrbetriebskosten ist ferner der Umstand ausser Betracht gelassen, dass die Wagen selbst bei Anwendung von Akkumulatoren grösserer Unterhaltungskosten bedürfen, weil im Laufe der Zeit, namentlich bei vorkommenden Ueberladungen der Akkumulatoren, wobei starke Gasentwicklungen stattfinden, zerstäubte Theile der in den Akkumulatorenzellen mitgeführten Schwefelsäure in den Wagen gelangen und diesen angreifen. Dieser letztere Nachtheil, der so lange unvermeidlich bleiben wird, bis ein den Grad der Ladung zuverlässig anzeigendes Messinstrument erfunden ist, ist jedoch bei der Nachladung der Akkumulatorenwagen an den Haltestellen, die noch einige andere Vortheile bietet, weniger zu befürchten. Auch durch die letztere Anordnung würden indess die Mehrkosten des theilweisen Akkumulatorenbetriebes gegenüber dem reinen Oberleitungsbetriebe nicht wesentlich vermindert, während andrerseits die Nothwendigkeit, den Wagen an den Endpunkten der Strecken Aufenthalte von bestimmter Dauer zu geben, für den Betrieb lästig ist. Man wird daher zur Zeit auf eine wesentliche Ermässigung der für den gemischten Betrieb im Falle b berechneten jährlichen Mehrausgaben von rund Mk. 200,000.— bei $6^2/_3$ Millionen Wagenkilometern nicht rechnen dürfen. Eine der beim Wettbewerb betheiligten Firmen garantirte sogar in ihrem Betriebsangebot der Stadt, für den Fall der Einführung der reinen Oberleitung gegenüber der des gemischten Betriebes, einen um jährlich Mk. 350,000 höheren Reinertrag. Eine andere Firma verlangte in ihrem Betriebsangebot bei Einführung gemischten Betriebes im Falle b um 4 Pf. pro Motorwagenkilometer höhere Betriebskosten als bei reinem Oberleitungsbetriebe, was bei $6^2/_3$ Millionen Wagenkilometern eine jährliche Mehrausgabe von Mk. 266,000.— bedeutet.

Dem Vortheil des Fortfalles der Oberleitung stehen daher wichtige Nachtheile gegenüber, so dass die Anwendung des gemischten Systems nur bedingungsweise empfohlen werden konnte.

Wenn man Akkumulatorenwagen verwenden wollte, so würde übrigens die Oberleitung nicht lediglich auf den im Falle b vorgesehenen Strassen fortzulassen, sondern es würde für jede Betriebslinie zu untersuchen sein, auf welche Länge die Oberleitung wegzulassen ist, damit die Akkumulatoren thunlichst ausgenutzt und die jährlichen Gesammtkosten ein Minimum werden. Dabei würde noch weiter zu prüfen sein, ob nicht für einzelne Strecken anstatt der Ladung der Akkumulatoren an der Oberleitung die Nachladung auf den Endpunkten der betreffenden Linien, wie sie zur Zeit auf der Versuchsstrecke Galluswarte—Hauptbahnhof der Pollak'schen Akkumulatorenwerke erfolgt, vorzusehen sein möchte.

Wenn die Oberleitung auf der Strecke Gallusanlage—Zeil Ecke Fahrgasse (Fall c) oder nur auf der Strecke Gallusanlage—Hauptwache (Fall d) ausgeschlossen wird, so kommen dadurch 1200 bezw. 700 m der Oberleitung in Fortfall. In beiden Fällen überwiegen die Oberleitungsstrecken so sehr, dass hinsichtlich der Kraftvertheilung gegenüber Fall a (reine Oberleitung) keine nennenswerthe Aenderung stattfindet. Es bleibt dagegen der schon bei Fall b besprochene Uebelstand bestehen, dass trotz der verhältnismässig kurzen oberleitungsfreien Strecken infolge des lebhaften Verkehrs auf denselben doch etwa 65 bezw. 35% aller Wagen mit dem neu einzuführenden Betriebssystem ausgestattet werden müssten. Man hatte hier zwischen Akkumulatoren und Unterleitung mit Schlitzkanälen zu wählen. Für die Anwendung von Akkumulatoren sind beide Fälle nicht günstig. Trotz der kurzen Akkumulatorenstrecken würden die Mehrbetriebskosten sich doch sehr hoch stellen.

Die Verwendung der Unterleitung mit Schlitzkanal wurde von 2 Firmen in den vorliegenden beiden Fällen als die geeignetste empfohlen.

Die Wahl der Unterleitung in den Fällen c und d würde es nicht erforderlich machen, an den für die Krafterzeugung vorgesehenen Einrichtungen erhebliche Aenderungen vorzunehmen. Auch in diesen beiden Fällen würde die Einrichtung einer Umformerstation am Schillerplatz zweckmässig sein.

In der That hat die nähere Prüfung ergeben, dass für den Fall c und d das Unterleitungssystem dem Akkumulatorensystem erheblich überlegen ist.

Im Falle c könnte die Unterleitung ausser bis zum Hauptbahnhof auch noch auf den Opernplatz ausgedehnt werden, ohne dass der Unterleitungsbetrieb wirthschaftlich gegen den Akkumulatorenbetrieb zurückträte. Künftige erhebliche Verkehrssteigerungen, die die Einstellung weiterer Motorwagen erforderlich machen, würden sogar das Ergebniss noch mehr zu Gunsten der Unterleitung verschieben. Letztere ist daher für die Fälle c und d zweifellos die beste Lösung.

Da aber ein theilweiser Ausschluss der Oberleitung in jedem Falle erhebliche Mehrausgaben im Gefolge hat, so war mit besonderer Sorgfalt zu prüfen, ob die gegen die Oberleitung in gewissen Strassenzügen geltend zu machenden ästhetischen Bedenken schwerwiegend genug sind, um von vornherein die Oberleitung auf diesen Strecken auszuschliessen. Man kann sehr wohl der

Ansicht sein, dass der Oberleitung gewisse Bedenken entgegenstehen, und dass ihre Beseitigung in gewissen Strassen erwünscht ist; man kann aber trotzdem zu dem Entschluss kommen, zunächst allgemein die Oberleitung einzuführen, dieselbe aber nach Maassgabe der gemachten Erfahrungen und der Fortschritte der Elektrotechnik in einigen Jahren in den Strassen wieder zu entfernen, bezüglich welcher thatsächlich ernstliche Bedenken allgemein und dauernd empfunden werden.

Die Ertheilung einer Concession für allgemein durchgeführte Oberleitung an eine Gesellschaft auf eine längere Reihe von Jahren müsste das grösste Bedenken erwecken, weil die Stadt alsdann — auch wenn sich gegen die Oberleitung nach deren Einrichtung erhebliche Bedenken herausstellen sollten — an diese Anlage gebunden wäre. Wenn aber, wie im vorliegenden Falle, die Stadt vollkommene Herrin der Trambahn und jeder Zeit in der Lage ist, nach ihrem Belieben von einzelnen Strecken die Oberleitung wieder auszuschliessen, so schwindet von vornherein eine Reihe von Bedenken.

Die Wahl des an die Stelle der Oberleitung zu setzenden Systems hängt wesentlich von der Länge der freizulassenden Strecken und dem auf denselben sich bewegenden Verkehr ab. Während nach dem heutigen Stande der Technik bei grösserer Ausdehnung der frei zu lassenden Strecken der gemischte Akkumulatorenbetrieb die zweckmässigste Betriebsform sein würde, so wäre die Unterleitung zu empfehlen, wenn man nur kürzere Strecken frei halten wollte.

Die Entscheidung über die Frage der Ausdehnung der freizulassenden Strecken ist aber hier um so schwieriger, als man von vornherein kaum zutreffend beurtheilen kann, ob und eventuell auf welchen Strassenstrecken die oberirdische Zuleitung wirklich die erwähnten Bedenken in erheblichem Maasse hervorrufen wird.

Der finanzielle Mehraufwand insbesondere im Falle des gemischten Akkumulatorenbetriebes erschien aber unter Berücksichtigung der Gesammtlage des Unternehmens und der noch für längere Zeit der Brüsseler Gesellschaft zu zahlenden Rente von rd. 300,000 Mk. nicht unbedenklich. Die bei allgemeiner Durchführung oberirdischer Zuleitung erwachsenden grösseren Ueberschüsse gewähren andrerseits die Möglichkeit starker Abschreibungen, die bei der rasch fortschreitenden Technik im Interesse der gesunden Entwicklung des städtischen Strassenbahnwesens dringend geboten erscheinen, da nur auf diesem Wege ohne unzulässige Belastung des Unternehmens die Sicherheit gewonnen werden kann, nach einigen Jahren, ungehindert durch das Schwergewicht veralteter Einrichtungen, das dann vollkommenste System einführen zu können. Die Gesammtheit dieser Gründe hat zu dem Beschluss geführt, zunächst allgemein die Oberleitung einzuführen, im übrigen aber alle Einrichtungen so zu treffen, dass jeder Zeit der Ausschluss der Oberleitung von gewissen, auf Grund der Erfahrungen festzustellenden Strecken, im Falle des Bedürfnisses beschlossen und durchgeführt werden kann. Mit Rücksicht hierauf wurde auch zur Voraussetzung gemacht, dass die zu erwartenden Mehrüberschüsse des Betriebes zunächst lediglich dazu benutzt werden, um die für die elektrische Stromzuführung verausgabten Beträge mit grösstmöglichster Beschleunigung abzu-

schreiben. Diese rasche Abschreibung erscheint um so nothwendiger, als auch nach anderen Richtungen hin neue Erfindungen, z. B. der direkten Benutzung des Wechselstroms, Theile der zunächst geschaffenen Anlage werthlos machen können.

Nachdem auf diese Weise über die beiden Hauptfragen, nämlich die der Krafterzeugung und die des zu wählenden Stromzuführungssystems endgiltig seitens der städtischen Behörden entschieden war, wurde der Zuschlag für die Ausführung den Firmen Siemens & Halske und Brown, Boveri & Co. auf Grund des von ihnen gemeinsam eingereichten Angebots übertragen und gleichzeitig mit diesen beiden Firmen ein Betriebsvertrag abgeschlossen.

Bauausführung.

Die Vorarbeiten für die Einführung des elektrischen Betriebes sind soweit gediehen, dass der Beginn der Bauausführung unmittelbar bevorsteht. Voraussichtlich werden gegen Ende des Jahres die ersten Linien — von Sachsenhausen nach dem Palmengarten einerseits, nach Bornheim andrerseits — eröffnet werden können. Der Ausführung wird folgende Anordnung zu Grunde gelegt.

Aus dem städtischen Elektricitätswerk werden zwei Hochspannungskabel von je 2 × 210 qmm Querschnitt nach der am Schillerplatz zu errichtenden Umformerstation gelegt. Die spezielle Anordnung der letzteren war mit nicht geringen Schwierigkeiten verknüpft. Der Wunsch, die auf dem Platze vorhandenen Baumanlagen nicht zu berühren, andererseits aber auch während der Bauzeit den starken Verkehr auf dem an den Platz grenzenden Strassenzug nicht zu beschränken, machte es erforderlich, das ursprüngliche Projekt wesentlich zu ändern. Unter diesen Umständen lag auch der Gedanke nahe, den gewählten Platz aufzugeben und entweder den Goethe- bezw. Theaterplatz oder aber ein Grundstück zu wählen, welches gestattet, die Umformerstation oberirdisch zu errichten. Umfangreiche Projektstudien und Kostenvergleiche wurden angestellt, die aber schliesslich doch ergaben, dass die Beibehaltung des Schillerplatzes am zweckmässigsten ist. Nachdem das Projekt noch so geändert worden war, dass nur die vordersten der auf dem Schillerplatz stehenden Bäume beseitigt werden müssen, gelang es endlich, die obwaltenden Bedenken gegen die Wahl des Schillerplatzes endgiltig zu beseitigen.

Die unter der Oberfläche des vorderen (östlichen) Theiles des Schillerplatzes (siehe den Lageplan) liegende Umformerstation besteht, wie aus der Grundrissskizze ersichtlich ist, aus einem Maschinenraum von 20 m Länge, 9,5 m Breite und 5 m Höhe, aus einem Akkumulatorenraum von 28 m Länge und 8,5 m Breite und den erforderlichen Nebenräumen.

Die Umfassungswände sollen aus Beton hergestellt werden, während die Decke aus eisernen Trägern mit Betonkappen gebildet werden soll.

Zur Fernhaltung der Bodenfeuchtigkeit und zur ausgiebigen Lüftung des Maschinen- und des Akkumulatorenraums werden besondere Vorkehrungen getroffen werden, deren Einzelheiten zur Zeit noch nicht feststehen. Im Maschinenraum werden zunächst drei synchron laufende Einphasen-Wechselstrom-Gleichstrom-Umformer je bei 340 Touren für eine Leistung von max. 500 Kilowatt

Gleichstrom bei 550 Volt normaler Spannung, welche bis 600 Volt regulirt werden kann, sowie ein Umformer von 60 Kilowatt Leistung aufgestellt. Der vorgesehene Raum gestattet indes die Aufstellung einer vierten Maschine von 500 Kilowatt und mehrerer kleiner Umformer. Sämmtliche Umformer werden von der Firma Brown, Boveri & Co. geliefert, welche für die grossen Umformer einen Nutzeffect bei Vollbelastung von 91% und bei ²/₃ Belastung von 89% garantirt hat. Der Energiebedarf per Stunde ist bei schwachem Verkehr auf 475 Kilowatt, bei mittlerem auf 690 Kilowatt und bei starkem auf 980 Kilowatt rechnungsmässig ermittelt.

Die Pufferbatterie wird so bemessen, dass sie einen 500 Kilowatt Umformer auf die Dauer einer Stunde zu ersetzen vermag. Sie besteht hiernach aus 276 Elementen der Type R. 42 (Pollak). Die normale Kapacität beträgt 920 Ampèrestunden bei einstündiger Entladung, die maximale Ladestromstärke 600 Amp., die maximale Entladungstromstärke 1800 Amp. bei stossweiser Entladung.

Im Uebrigen soll die Batterie ausser als Puffer noch dazu dienen, das Anlaufen der Umformer zu erleichtern. Zu letzterem Zweck kann indes auch der vorgesehene kleine Umformer von 60 Kilowatt benutzt werden, der ausserdem auch als Zusatzmaschine zum Aufladen der Batterie und zum Betriebe einer Unterleitungsstrecke, falls solche noch eingerichtet werden sollte, wird verwendet werden. Zur grösseren Betriebssicherheit der Batterie wird diese aus zwei parallel geschalteten Hälften hergestellt, indem jede Elementenreihe durchgetheilt wird; die beiden Hälften werden durch Bleistreifen verbunden, welche beim Defectwerden der einen Hälfte leicht entfernt werden können, so dass eine Reparatur ohne Ausserbetriebsetzung der ganzen Elementenreihe an jeder beliebigen Hälfte ausgeführt werden kann.

Der leitende Gedanke bei der Anordnung der gesammten Maschinenanlage war die Erzielung einer möglichst grossen Betriebssicherheit und es darf gehofft werden, dass dieser Hauptzweck erreicht werden wird.

Die Oberleitung wird durchweg so angeordnet, dass die Contaktdrähte 6,0 m über der Schienenoberkante sich befinden. Da auf der Kaiserstrasse, der Zeil und auf dem Opernplatz ohnedies elektrische Beleuchtung eingerichtet wird, sollen die dafür aufzustellenden Maste gleichzeitig als Träger der Oberleitung verwendet werden, wodurch voraussichtlich eine gefällige Gesammtanordnung sich erzielen lassen wird. Sollte späterhin die Oberleitung auf diesen Strassen aufgegeben werden, so sind die für die Maste aufgewendeten Kosten nicht verloren, vielmehr sind lediglich die Contakt- und die Tragdrähte zu entfernen. Im Uebrigen dürfte die nach dem System der Firma Siemens & Halske herzustellende Anordnung der Oberleitung kein besonderes Interesse bieten.

Die zunächst zu beschaffenden Wagen sollen je 18 Sitzplätze und 14 Stehplätze erhalten und mit eleganter Ausstattung versehen werden. Der Achsstand ist auf 1,8 m festgesetzt. Jeder Wagen erhält 2 Motoren und wird so eingerichtet, dass später sowohl Akkumulatoren eingebaut, als auch die für Unterleitungsbetrieb nöthigen Vorkehrungen leicht getroffen werden können.

Accumulatoren-Werke System Pollak

Aktiengesellschaft

Frankfurt am Main.

Einleitung.

Die Gründung des Werkes erfolgte nach Schluss der elektrischen Ausstellung in Frankfurt a. M. am 1. November 1891 als Commanditgesellschaft mit der Firma „Frankfurter Accumulatoren-Werke C. Pollak & Co.“ unter Uebernahme der Patente des Herrn Charles Pollak. Die Fabrik wurde an der Hanauer Landstrasse gebaut und entwickelte sich nach Ueberwindung der ersten Schwierigkeiten und nach Ausbildung eines geeigneten Fabrikations-Systems in sehr günstiger Weise. Nach zwei Jahren ist bereits der Umsatz über die Leistungsfähigkeit des ersten Werkes hinausgegangen, und man musste an eine Vergrösserung der Anlage denken. Für den Bau der neuen Fabrik wurde das Grundstück Mainzer Landstrasse 253 von der Gesellschaft erworben, und Ende 1893 waren die Gebäude, bei deren Ausführung alle früheren Erfahrungen berücksichtigt worden sind, fertig gestellt. Der Umzug in's neue Heim geschah am 1. Januar 1894, und zur gleichen Zeit wurde die Commanditgesellschaft in eine Aktiengesellschaft mit M. 565,000.— Kapital verwandelt. Bei Einrichtung dieses Werkes wurde der von Herrn Direktor Pollak zu dieser Zeit erfundene Gleichrichter zur direkten Umwandlung von Wechselstrom in Gleichstrom in umfassender Weise in Anwendung gebracht, indem der ganze Strom für das Werk aus dem Städtischen Elektrizitätswerk bezogen und durch die Gleichrichter in Gleichstrom umgewandelt wurde.

Trotzdem man beim Ausbau dieser Fabrik auf eine bedeutende Steigerung des Absatzes gerechnet hatte, so vergrösserte sich der Geschäftsbereich der Gesellschaft dennoch in höherem Maasse, und man musste im Jahre 1897 zu einer weiteren durchgreifenden Vergrösserung des Werkes schreiten. Nachdem das die Fabrik mit dem Elektrizitätswerk verbindende Kabel bereits im Jahre 1896 voll belastet war, der Stromverbrauch des Werkes aber bedeutend grösser geworden ist, wurden zur Aushilfe zwei Locomobilen zu je 100 PS mit den erforderlichen Dynamomaschinen aufgestellt. Eine neue grössere Centralanlage zur Versorgung der ganzen Fabrik mit Strom wird Mitte 1898 fertig gestellt sein. Das Aktienkapital wurde im Jahre 1896 auf M. 1,000,000.— erhöht und im Jahr 1898 um weitere M. 500,000.— vergrössert in Verbindung mit der Errichtung einer Zweigniederlassung in Wien, deren Fabrik in Liesing demnächst in Betrieb kommt.

Bis zum Jahre 1895 beschäftigte sich die Fabrik beinahe ausschliesslich mit der Erzeugung von stationären Accumulatoren. Zu dieser Zeit jedoch wurden

Versuche mit transportablen Accumulatoren für Bahnbetrieb begonnen, welche günstige Resultate ergeben haben und zur Einrichtung des Accumulatoren-Betriebes auf einer Strecke der Frankfurter Trambahn im Jahre 1897 führten. Bei allen Umänderungen wurde in erster Linie auf Vervollkommnung und Vereinfachung der Herstellungsweise gesehen, um ein tadelloses und gleichmässiges Fabrikat zu erzielen.

Erzeugnisse der Fabrik.

Die Fabrikation der A. W. S. P. umfasst:

1. Stationäre Batterien für Centralen.
2. Ausgleichsbatterien für Bahn-Centralen.
3. Transportable Batterien für Bahn- und Bootsbetrieb.
4. Batterien für Waggonbeleuchtung.
5. Hochspannungsbatterien für Mess-, Laboratoriums- und Umformungszwecke.

Die elektrischen Accumulatoren beruhen in ihrer Wirkung auf den chemischen Veränderungen, welche entsprechend vorbereitete Elektroden aus Blei und Bleiverbindungen in angesäuertem Wasser beim Durchgang des elektrischen Stromes erleiden. In einem geladenen Accumulator, dessen Hauptbestandtheile die positiven und negativen Elektroden, sowie die als Elektrolyt wirkende Flüssigkeit sind, besteht zwischen den beiden Elektroden eine Spannung von etwa 2 Volt. Die Oberfläche der positiven Elektroden ist mit Bleisuperoxyd, die der negativen mit reinem schwammigem Blei bedeckt. Wenn man den Accumulator durch einen äusseren Stromkreis schliesst, so nimmt die negative Elektrode Sauerstoff auf, während die positive Elektrode ihn abgiebt, und der grösste Theil der dabei frei werdenden chemischen Energie verwandelt sich in elektrischen Strom. Während der Entladung hält sich die Spannung an den Klemmen der Zelle nahezu constant; erst gegen Ende der Entladung sinkt sie bis auf 1,8 Volt. Die Zelle ist dann entladen und muss durch Verbindung der Elektroden mit den gleichnamigen Polen einer passenden Stromquelle wieder aufgeladen werden, bis die Bestandtheile der Zelle in ihren ursprünglichen Zustand übergeführt worden sind. Gegen Schluss der Ladung bemerkt man das Entweichen von Sauerstoff und Wasserstoff an den Elektroden, was ein Zeichen bildet, dass die Elektrloyse eine weitere nutzbare Aufladung der Zelle nicht mehr erzielen kann.

Die Platten der Accumulatoren für praktische Zwecke müssen eine active Schicht von genügender Stärke besitzen, um eine grössere Energiemenge aufspeichern zu können. Diese Schicht muss auf einem stromleitenden Träger in sicherer Weise festgehalten werden, damit die Platte eine Reihe von Ladungen und Entladungen ohne Schaden vertragen kann. Als weitere praktische Anforderungen wären noch die Verringerung des Eigengewichtes der Platten und die Erreichung einer sicheren, aber nicht lange dauernden Formation zu erwähnen. Allen diesen durch die Natur der Accumulatoren sowie durch die praktischen Verhältnisse gegebenen Bedingungen wurde die Fabrikation der Platten angepasst, diese Methode hat sich während einer sechsjährigen Verwendungszeit vollständig bewährt.

Stationäre Accumulatoren.

Für stationäre Accumulatoren werden 2 Platten-Typen gebaut, welche mit den Buchstaben S für schwache Entladung, R für rasche Entladung bezeichnet werden.

Die positiven und negativen Platten haben eine viereckige Gestalt und werden in folgender Weise hergestellt:

Zuerst lässt man Bänder aus Walzblei durch ein Walzwerk eigener Construction gehen, welches in das Walzstück ein entsprechendes Muster eindrückt. Nach Durchgang durch diese Walze sind die Bänder mit Längs- und Querrippen, sowie mit einer grösseren Zahl vorstehender Zäpfchen versehen, welche zur Erhöhung der Festigkeit und zur Vergrösserung der Uebergangs-Oberfläche für den Strom

Fig. 1. Plattenansicht.

dienen. Die R-Platten erhalten eine bedeutend höhere Zahl von Zäpfchen als die S-Platten, um die ebengenannte Uebergangsfläche für den Strom zwischen Kern und activer Schicht noch weiter zu vergrössern. Die fertig gewalzten Bleibänder werden dann in einzelne Platten von passender Grösse zerschnitten und mit den zur Stromableitung oder Aufhängung dienenden Ansätzen (Fahnen) versehen (Fig. 1). Auf die Kernplatte werden nun Bleisalze aufgetragen, welche nachher in einer alkalischen Lösung durch Elektrolyse zu reinem schwammigen Blei reducirt werden. Diese Herstellungsweise schafft eine Platte, bei welcher die poröse Schicht äusserst fein untertheilt und mit dem Kern metallisch gewissermassen verwachsen ist, was für die Lebensdauer der Platte, die dauernde Erhaltung der Capacität und den Wirkungsgrad des Accumulators von grösster Bedeutung ist.

Nach beendigter Reduktion kommen die Platten in die Formationsräume, wo sie in elektrolytischen Bädern zu positiven und negativen Elektroden verwandelt werden.

Die auf diese Weise erzeugten Platten haben eine grosse Festigkeit, sodass sie nach Bedarf im fertigen Zustande in Theile geschnitten werden können und sogar starke Biegungen durch äussere Ursachen vertragen. Dank der grossen Uebergangs-Oberfläche zwischen Kern und activer Schicht kann die Entladedauer bei den Platten bis auf eine Stunde und weniger und in ähnlicher Weise auch die Ladedauer innerhalb derselben Grenzen vermindert werden.

Fig. 2. Montage der Zellen in Gläsern.

Montage der stationären Zellen.

Wesentlich für die Erhaltung der Accumulatoren ist die Aufstellung der Platten, welchen die Möglichkeit einer freien Ausdehnung nach allen Richtungen gewahrt werden muss. Die Montage muss auch einen bequemen und übersichtlichen Ein- und Ausbau der einzelnen Platten ermöglichen und Kurzschlüsse durch etwa eingedrungene Fremdkörper leicht beseitigen lassen. Die Zellen für stationäre Batterien werden bis zu etwa 400 Ampèrestunden Capacität in Glasgefässen, die grösseren in mit Blei ausgeschlagenen Holzkästen eingebaut. Ueber die Art der Montage geben die Figuren 2 und 3 Aufschluss. Für besonders grosse Leistungen werden die Platten zu zweien oder vieren in symmetrischer Weise an einem stromleitenden Bleistreifen befestigt; auch in diesem Falle ist die Montage derartig, dass die einzelnen Platten sich in allen Richtungen frei ausdehnen können.

Die Vereinigung der Elemente zu Batterien erfolgt in einfacher Weise, indem die Zellen auf isolirenden Untersätzen nebeneinander gestellt werden und die positiven und negativen Platten abwechselnd durch Leisten von quadratischem oder ⊓ förmigem Querschnitt verbunden werden. Infolge der hohen Capacität und der gewählten Anordnung der Platten ist der Raumbedarf der Batterien ein verhältnissmässig geringer.

Fig. 3. Montage der Zellen in Holzkasten.

Fig. 4. Entladungskurven.

Zur Darstellung des Verhaltens der Accumulatoren bei längerer Verwendung möge die Figur 4 dienen, in welcher die Spannungscurven einer und derselben Batterie vom Jahre 1892, 1893 und 1895 angegeben sind und welche einen interessanten Hinweis auf die bei sorgfältiger Behandlung mit der Zeit eintretende Erhöhung der Capacität eines Accumulators enthalten.

Transportable Accumulatoren.

Für transportable Accumulatoren werden leichtere Platten ohne sonstige Aenderung der Fabrikation hergestellt. Als Gefäss-Material findet Hartgummi Anwendung und die Montage der Platten in den Kasten wird mit grösster Sorgfalt dem Zwecke entsprechend ausgeführt, um den Elementen die erforderliche Zuverlässigkeit und Haltbarkeit zu verleihen. Ihre wichtigste Verwendung finden

Fig. 5. Ladestation.

die transportablen Accumulatoren für Bahnbetrieb und Beleuchtung von Eisenbahnwagen. Als Beispiel der ersteren Art führen wir unsere Einrichtung einer Strassenbahn mit Nachladebetrieb, welche sich seit Mai 1897 auf einer Strecke der Frankfurter Trambahn in Thätigkeit befindet, an. Auf der 1541 m langen Linie Hauptbahnhof-Mainzer Landstrasse der Frankfurter Trambahn laufen seit 15. Mai 1897 4 Accumulatoren-Wagen mit einer mittleren Geschwindigkeit von 12 km und in Abständen von je 8 Minuten. Etwa 300 m der Strecke liegen in einer Steigung von 0,8 %. Jeder Wagen ist für 18 Sitz- und 16 Stehplätze gebaut und wiegt einschliesslich der unter den Sitzen angeordneten Accumulatoren ohne Fahrgäste 8 t., mit Besetzung $10^1/_2$ t. Die Wagen-Batterien bestehen aus 84 Zellen von 120 Ampèrestunden Capacität bei 6stündiger Entladung und

Fig. 6 Accumulator Wagen an der Galluswarte.

Fig. 7. Accumulator-Wagen am Hauptbahnhof.

wiegen ca. 2 t. Der Antrieb der Wagen erfolgt durch je einen 15pferdigen Motor mit einfacher Uebersetzung. Die Elemente haben Gefässe aus Hartgummi und isolirende Zwischenwände aus gleichem Material. Je 14 Zellen sind in einem herausziehbaren Holzkasten eingebaut und auf Gleitschienen und Gummipuffern aufgestellt. Zur Revision der Batterien sind die Sitze zum Abheben eingerichtet. Die Batterieräume sind nach oben und unten ventilirt. Die in der Batterie aufgespeicherte Energie genügt für eine Fahrt von 60 km. Im Interesse eines wirthschaftlichen und sicheren Betriebes wird aber nach einer jeden Doppelfahrt die aus der Batterie herausgenommene Elektrizitätsmenge durch Nachladung während der normalen Haltezeit an einer Endstelle ersetzt. In der Nähe der Galluswarte ist zu diesem Zweck auf der Strasse ein Mast mit verziertem Ausleger aufgestellt, an welchem sich zwei mit der Stromquelle verbundene Ladecontacte befinden. Beim Einfahren des Wagens schieben sich diese Contacte selbstthätig über zwei auf dem Dache des Wagens isolirt angebrachte Kupferschienen und bilden so die Verbindung zwischen Batterie und Dynamo. Das Nachladen geschieht selbstthätig, ohne dass irgend etwas an der Batterie von Hand zu geschehen hätte, und ersetzt die verbrauchte Energie nahezu vollständig, sodass nach Schluss des Betriebes nur noch ein $^1/_2$stündiges Aufladen der Batterien in der Wagenhalle erforderlich ist. Auch bei dieser Nachladung verbleiben die Batterien in den Wagen. Eine Ansicht der Ladestation mit Antrieb der Dynamo durch einen Wechselstrommotor vom Städtischen Elektrizitätswerk aus ist in Figur 5 wiedergegeben. Figur 6 stellt einen elektrischen Wagen unter dem Lademast, Figur 7 einen solchen bei dem Hauptbahnhof zu Frankfurt a. M. dar.

Zur Aufnahme der ersten Stromstösse, welche beim Einfahren der Wagen unter die Ladevorrichtung auftreten, dient eine zur Dynamo parallel geschaltete Puffer-Batterie von 105 Elementen, welche Anordnung den wichtigen Vortheil bietet, dass die Ladestation trotz der wechselnden Belastung keinerlei Ueberwachung bedarf.

Von Ausführungen für Waggon-Beleuchtung möge die Einrichtung transportabler Batterieen für die Badische Staatsbahn erwähnt werden. Der Einbau der Zellen ist in diesem Falle ähnlich wie bei den Batterien für Strassenbahnbetrieb; mit Rücksicht auf den Transport der Batteriekasten und die heftigen mechanischen Erschütterungen war eine vollständige Abdichtung der Deckel nöthig, um das Herausdringen der Säure aus den Zellen zu verhindern. Ein jeder Wagen bekommt im Sommer zwei, im Winter vier Batterien für 8 Volt und 110 Ampèrestunden bei zehnstündiger Entladung.

Beschreibung des Werkes.

Aus dem Situationsplan (Fig. 8) ist die allgemeine Anordnung der Fabrikationsgebäude ersichtlich. Das Hauptgebäude ist nach dem Shed-System durchgehend mit Oberlicht gebaut und mit einem der Länge nach geführten Hauptgang versehen. Unter dem Boden des Ganges sind die Haupt-Rohrleitungen für Wasser, Dampf, Gas und Druckluft verlegt; an beiden Seiten dieses Ganges sind die Fabrikräume gruppirt.

Fig. 8. Situationsplan.

Zunächst wird in der Giesserei das Rohblei in Form viereckiger Tafeln gebracht. In demselben Raume werden auch die sonstigen Bleitheile gegossen. Im zweiten Raume, der Walzerei, gehen sodann die Tafeln zunächst durch ein glattes Walzwerk, welches sie in Bänder von entsprechender Stärke auszieht, nachher in besondere Façonwalzen, welche diese Bänder mit den erforderlichen Rippen und Zapfen versehen. Der Antrieb der Walzen erfolgt durch einen Gleichstrommotor. Die fertig gewalzten Bänder kommen in den dritten Raum, in welchem sie in einzelne Platten bestimmter Grösse geschnitten und mit den zur Montage nöthigen Ansätzen (Fahnen) verbunden werden. Die Verbindung geschieht durch ein specielles Löthverfahren mit Hilfe gewöhnlicher Löthlampen ohne den sonst zum Bleilöthen erforderlichen Wasserstoffapparat. In den weiteren Räumen erfolgt die chemische Zubereitung der Platten, deren Reduction und

Fig. 9. Ansicht der Fabrik Liesing bei Wien.

zum Schlusse die Formation. Die fertigen Platten werden getrocknet und im Magazin verpackt. Die Magazine befinden sich direct an dem Anschlussgeleise und sind mit einer Ladebühne ausgestattet. Ferner sind noch vorhanden: eine mechanische Werkstätte, Räume für Herstellung der mit Blei ausgeschlagenen Gefässe, eine Schreinerei, die Räume für Dampf- und Dynamomaschinen, eine Wagenhalle für die Strassenbahn und ein Laboratorium, ferner für die Arbeiter Ess-, Wasch-, Ankleide- und Baderäume. Das Verwaltungsgebäude befindet sich getrennt von der Fabrik und enthält alle Bureaux.

Ausser dem Frankfurter Werk befindet sich, wie erwähnt, ein neues in ähnlicher Weise eingerichtetes Werk der Gesellschaft in Liesing bei Wien, dessen Ansicht die Fig. 9 zeigt.

In der Schweiz werden Accumulatoren Pollak'schen Systems von der Société Suisse pour la Construction d'Accumulateurs Electriques in Marly-le-Grand bei Freiburg hergestellt.

Angaben über Produktion und Absatz.

Entsprechend der erfreulichen Entwicklung der deutschen Elektrotechnik im Allgemeinen und besonders der stetig wachsenden Vermehrung elektrischer Central-Anlagen für Beleuchtung und Kraftvertheilung, hat sich der Absatz der Fabrikate seit der Betriebseröffnung in aufsteigender Linie bewegt, wie aus der untenstehenden Statistik hervorgeht. Dazu ist zu bemerken, dass die durchschnittliche Grösse der Batterien sich ebenfalls anhaltend vergrössert, als natürliche Folge der zunehmenden Leistungsfähigkeit der elektrischen Anlagen und der mit dem Fortschritt der Production ermässigten Verkaufspreise. Ein neues Absatzfeld von grosser Bedeutung hat sich in den Strassenbahn-Centralen ergeben, welche allerwärts dazu schreiten, zum Ausgleich der Spannungsschwankungen Accumulatoren-Batterien in Parallelschaltung zu den Generatoren zu benutzen. In jüngster Zeit führt auch die Verbesserung der Glühlampen für höhere Spannungen dazu, dass Gleichstromanlagen mit solchen höheren Gebrauchsspannungen zur Ausführung kommen, wodurch sich das Anwendungsgebiet des Gleichstroms und damit der Accumulatoren wesentlich erweitert.

Die Leistungsfähigkeit des Frankfurter Werkes beträgt gegenwärtig 5000 kg Platten pro Tag, und es ist eine weitere Erhöhung derselben bereits vorgesehen.

Als Beamte sind 34 Personen, als Arbeiter 96 Personen, als Monteure 50 Personen gegenwärtig angestellt.

Die Zahl der gelieferten Batterien betrug:

im	Jahre	1892	8	Batterien
»	»	1893	23	»
»	»	1894	82	»
»	»	1895	134	»
»	»	1896	207	»
»	»	1897	340	»

Die bis jetzt abgelieferten Batterien haben eine Gesammtleistung von rund 20000 Kilowattstunden, bei dreistündiger Entladung gemessen.

In Ausführung befinden sich u. A. die Batterien für:

das Elektrizitätswerk Turin der A. G. Siemens & Halske	Leistung	2 × 400	Kilowatt	für	3	Stunden
das Kraftwerk d. Dresdener Strassenbahn	»	500	»	»	2	»
das Elektrizitätswerk Florenz der E. A. G. vorm. Schuckert & Co.	»	350	»	»	3	»
das Elektrizitätswerk der Stadt München (Puffer-Batterie)	»	1100	»	»	1	»
das Elektrizitätswerk der Stadt München (Licht-Batterie)	»	400	»	»	3	»
das Elektrizitätswerk der Stadt Elberfeld	»	600	»	»	3	»
das Elektrizitätswerk der Stadt Frankfurt a. M (Pufferbatterie der Umformerstation für die Strassenbahn)	»	500	»	»	1	»

Die Fabrikate der Gesellschaft sind ausser in Deutschland auch in Oesterreich-Ungarn, Italien, Russland, Rumänien, Serbien, Spanien, Portugal, Schweden, Dänemark, Norwegen, der Schweiz und anderen Ländern eingeführt.

Fig. 10. Batterie der Blockstation Zeil-Holzgraben.

Fig. 11. Batterie der Hamburgischen Elektrizitätswerke.

Fig. 12. Ausgleichsbatterie Solingen.

Brown, Boveri & Cie.

Frankfurt a. M.

Die Firma Brown, Boveri & Cie., Zweigniederlassung Frankfurt a. M., ist hervorgegangen aus der gleichen Firma in Baden (Schweiz) und wurde errichtet, um die Fabrikation in Deutschland aufzunehmen und von hier aus den Vertrieb ihrer Erzeugnisse wirksam zu unterstützen.

Wechselstrom-Motor 0,1 bis 10 PS.

Im Nachfolgenden wird ein Bericht über die Entwickelung und die Fabrikate des genannten Werkes gegeben; jedoch muss der Vollständigkeit halber auch in Kürze des Stammhauses erwähnt werden.

Die Firma wurde im Jahre 1891 zur Zeit der elektrotechnischen Ausstellung zu Frankfurt a. M. von Herrn C. E. L. Brown aus Brighton und seinem früheren langjährigen Collegen Herrn W. Boveri aus Bamberg gegründet.

Begünstigt durch die langjährigen Erfahrungen ihrer beiden Gründer, gelang es der jungen Firma binnen Kurzem, nicht allein innerhalb der Grenzen der Schweiz sich ein ausgiebiges Absatzgebiet zu erobern, sie konnte dasselbe auch rasch über den Kontinent und über die überseeischen Länder sich ausbreiten sehen.

Nach kaum vierjährigem Bestehen, wobei das erste Jahr nicht zur Fabrikation, sondern lediglich zum Bau der Fabrikanlagen und zu anderen Vorbereitungen benutzt wurde, hatte die Firma bereits das Dreifache ihrer Anfangsgrösse mit einer Arbeiterzahl von ca. 600 und ca. 12000 qm bebauter Fabrikfläche erreicht, so dass dieselbe schon damals unter die ersten Grossfirmen des Kontinents gezählt werden durfte.

Ihr Arbeitsfeld wählte sie während der ersten Zeit ihres Bestehens besonders auf dem Gebiete der Erstellung grosser Maschinentypen, sowohl für Wechsel- als auch für Gleichstrom. Mit unermüdlichem Streben suchte die Firma im Bau von Generatoren und Motoren das Beste zu leisten, und es gelang ihr, bald einen Weltruf zu erwerben.

Im Jahre 1895, also nach dreijährigem Betrieb, waren bereits Maschinen für 30,000 P.S. in Arbeit. Im gleichen Jahre 1895 konnte die 1000ste Maschine abgeliefert werden, was um so bemerkenswerther ist, als die mittleren Grössen der gebauten Maschinen zwischen 80 und 100 PS. betrugen.

Die günstigen Resultate, welche die Wechselstrom-Technik durch die Kraftübertragung auf grosse Entfernungen erzielt hatte, und welche einen Hauptanlass zu dem ungeahnten Aufschwung der Elektrotechnik gaben, legten den Gedanken nahe, den Wechselstrom zu Transportzwecken auf weite Entfernungen zu verwenden;

Wechselstrom-Gleichstrom-Umformer. 500 bis 800 PS.

die Firma sah sich daher veranlasst, eine besondere Abtheilung für Wechselstrom-Bahnen zu errichten. Der erste hiermit angestellte Versuch fiel so zufriedenstellend aus, dass binnen Kurzem 4 Bahnen in Auftrag gegeben wurden, von denen zwei Steigungen bis zu 3000 m von der Anfangsstation an aufwärts aufweisen und deren eine auf ca. 40 km einfache Länge normale Züge befördert.

Besondere Aufmerksamkeit wurde auch der Herstellung von Apparaten und Schalttafeln, insbesondere solcher für Hochspannungsanlagen, zugewendet; diese Fabrikation hat sich in den letzten Jahren zu einer Specialität der Firma entwickelt. Die Gesammtproduktion stieg in den Jahren 1896 und 1897 in erheblichem Maasse: im ersteren wurden Maschinen von zusammen 60000 PS, 1897 dagegen von zusammen 75000 PS geliefert. Für 1898 sind bereits bis anfangs Mai 50000 PS in Bestellung bezw. in Bau. Die Gesammtarbeiterzahl beträgt gegenwärtig 1650.

Wechselstrom-Generator, Type W. 60 bis 200 PS.
bis 5000 Volt Betriebsspannung mit rotirender Armatur und feststehendem Magnetfeld.

Mehrpolige Gleichstrom-Maschine, Type S. 300 bis 2000 PS.

Die Fabrik, welche bisher aus getrennten Verwaltungs- und Werkstättengebäuden bestand, wurde unter Beibehaltung dieses Systems auf das Doppelte vergrössert und die vorhandene Giesserei zum Giessen der grössten Stücke erweitert. — Im Jahre 1894 wurde die Fabrik in Frankfurt a. M. begründet und zwar hauptsächlich, um dem Bedürfniss für den sich immer mehr ausdehnenden Absatz in Deutschland Rechnung zu tragen und um nach anderen, für den Export von Frankfurt a. M. aus günstig gelegenen Ländern, das Stammhaus zu unterstützen.

Ein- und Mehrphasen-Generator, Type B,
zur directen Kupplung mit Vertikal-Turbinen. 80 bis 2000 PS.

Beinahe gleichen Schritt mit dem Stammhaus haltend, hat sich die Frankfurter Filiale entwickelt. Bei der Gründung im Jahre 1894 wurde dieselbe vorerst nach Bockenheim bei Frankfurt verlegt. Bald stellte sich jedoch das Bedürfniss nach einem ausgedehnteren Betriebe ein, welchem die örtliche Lage der Lokalitäten nicht Genüge leisten konnte, weshalb im Jahre 1896 neue Fabrikräumlichkeiten in Frankfurt a. M. bezogen werden mussten, welche eine Ausdehnung des Betriebes gestatteten. Nachstehend finden sich photographische Aufnahmen einiger Fabrikabtheilungen, welche als Vervollständigung des Berichtes dienen.

Die Eintheilung der Fabrikanlage ist eine derartige, dass sich am Eingang die Montage- und Verpackungsräumlichkeiten befinden; an diese schliesst sich die Dreherei für grössere Stücke an, während die Schmiede in einem besonderen Raume, und auf dem rechten Flügel der Dreherei die Magazinsräume, sowie die Modell- und Schreinereiabtheilung untergebracht sind, an welch' letztere sich die Wicklerei anschliesst. — Die Dreherei für kleinere Stücke so wie die Abtheilung für Feinmechanik befinden sich über den erstgenannten Räumlichkeiten. — Ein besonderes Gebäude ist für die Stanzerei mit den hydraulischen Pressen und den Blechzuschneidemaschinen neben der Schlosserei errichtet. — Der Versuchs- und Probirraum für fertige Maschinen und Maschinentheile befindet sich neben der Montagehalle und ist mit dieser durch einen Laufkrahn und ein Geleise verbunden.

In ihrer jetzigen Beschaffenheit ist die Fabrik hauptsächlich zur Massenfabrikation von Wechsel- und Gleichstrommotoren, Transformatoren und kleinerer Dynamo-

Vierpolige Gleichstrom-Maschine, Type N. 1,5 bis 60 PS.

Ein- und Mehrphasen-Generator, Type L. ohne rotirende Wickelung. 60 bis 900 PS.

Maschinen eingerichtet, während gleichzeitig auch Bestandteile zu Maschinen grösserer Leistungsfähigkeit hergestellt werden.

Mit der sich immer mehr ausbreitenden Verwendung des Wechselstromes bei Errichtung von Elektrizitätswerken trat das Bedürfnis nach Wechselstrommotoren

Abbildungen verschiedener Generatoren- und Motoren-Typen, welche von der Firma hergestellt werden, haben wir dieser kurzen Beschreibung beigefügt, ausser dem auf Tafel 2 bis Tafel 4 Abbildungen solcher Elektrizitäts-Werke, welche unter Mitarbeit des Frankfurter Werkes gebaut wurden.

Ein- und Mehrphasen-Wechselstrom-Generator, Type W. A. 100 bis 500 PS.

Tafel 2 zeigt das Frankfurter Elektrizitäts-Werk, welches eine Leistungsfähigkeit von 6000 PS besitzt. — Eine Beschreibung dieses Werkes ist bereits an anderer Stelle erfolgt, sodass wir hier nicht mehr darauf einzugehen brauchen. — Gegenwärtig sind für den Strassenbahnbetrieb der Stadt Frankfurt a. M. auch Wechselstrom-Gleichstrom-Umformer mit einer Gesammtleistung von 2300 PS in Arbeit. — Weitere von der Firma ausgeführte Werke sind:

Die Isarwerke in München-Thalkirchen mit 2000 PS, Elektrizitäts-Werk Kaiserslautern mit 1250 PS (siehe Tafel 3), Lauffen-Heilbronn mit 450 PS (siehe Tafel 4), Elektrizitäts-Werk Bingen a. Rh. mit 600 PS. Ferner sind gegenwärtig in Arbeit:

Elberfeld mit 4500 PS, Strassenbahn Hannover mit 1700 PS und andere. Noch sind zu erwähnen eine ganze Anzahl Maschinenlieferungen für Beleuchtungs- und Kraftübertragungszwecke, kleinere Anlagen in Fabriken, Spinnereien, Webereien Hôtels etc. etc.

Um den Anforderungen in ausgiebiger Weise genügen zu können, ferner mit Rücksicht darauf, dass das Frankfurter Werk infolge räumlicher Verhältnisse eine weitere Ausdehnung nicht mehr zulässt, hat sich die Firma entschlossen, ausserhalb der Stadt Frankfurt Fabrikanlagen zu errichten, in welchen die Fabrikation in grossem Maassstabe aufgenommen werden soll.

Tafel I.

Werkstätten der Firma

BROWN, BOVERI & CIE., FRANKFURT A. M.

Tafel IV.

ELEKTRIZITÄTSWERK LAUFFEN-HEILBRONN.

1 Dreiphasen-Wechselstromgenerator von 450 PS. Leistung

CHEMISCH-ELEKTRISCHE FABRIK „PROMETHEUS“

GESELLSCHAFT m. b. H.

FRANKFURT A. M.-BOCKENHEIM,

FABRIK ELEKTRISCHER KOCH- UND HEIZAPPARATE.

Die Gesellschaft wurde am 1. April 1896 gegründet, zwecks Ausbeutung der Voigt- & Haeffner'schen Patente auf elektrische Widerstände aus Glanzedelmetallen, welche sich vorzüglich zur Fabrikation von elektrischen Koch- und Heizapparaten eignen.

Die Glanzedelmetall-Lösungen werden in bekannter Weise auf hitzebeständige Isolationsmaterialien, wie Emaille, Porzellan u. s. w. aufgetragen; im Muffelfeuer bei 800—900° C. verflüchtigen sich alle organischen Substanzen, das Edelmetall scheidet sich aus und brennt als Streifen, Fläche oder dergleichen fest in die Glasur der Emaille oder des Porzellans ein.

Diese Streifen haben bei sehr geringem Querschnitt — die Dicke der Schicht bewegt sich nach rechnungsmässigen Ermittelungen zwischen $\frac{1}{8000}$ und $\frac{1}{20000}$ mm — eine verhältnissmässig grosse Auflagefläche; die beim Stromdurchgang in dem Widerstand erzeugte Wärme wird deshalb bei der innigen Berührung des Metalles mit dem Isolationsmaterial unmittelbar an diese Unterlage abgegeben, der Widerstand wird selbst deshalb auch kaum höher erwärmt als das zu erhitzende Medium.

Dünnwandige, eisenemaillirte Gefässe, auf diese Art hergestellt, müssen begreiflicher Weise den denkbar höchsten Nutzeffekt erreichen.

Die Erfindung wurde bereits im Jahre 1894 gemacht und durch entsprechende Versuche bestätigt; man fand aber bald, dass eine fabrikationsgemässe Herstellung derartiger Apparate keineswegs so glatt und leicht war, wie sich nach der Klarheit und überraschenden Einfachheit des Grundgedankens annehmen liess. Die verschiedenartigsten Schwierigkeiten, welche sich bei der Neuheit der Sache herausstellten, waren zu überwinden, und die Fabrik hierbei auf vollkommen selbstständige und eingehendste Versuche angewiesen, da kein Zweig der Technik mit genügenden Erfahrungen dieserseits an die Hand gehen konnte.

Vor allem musste eine Emaille gefunden werden, die denselben Ausdehnungskoeffizienten wie das Eisen besass und die eine abwechselnde Erhitzung und Abkühlung ohne Nachtheil für die Glasur aushielt; dann die richtigste Behandlungsweise derselben bei der Fabrikation.

Ferner erwiesen sich die im Handel befindlichen Edelmetall-Lösungen für diese besonderen Anforderungen nicht als zweckmässig; solche mussten erst von gewünschter Concentration und erforderlichem Legirungsgehalt herausgefunden werden.

Für Auftragungen von derartigen Lösungen war dann eine eigene Brenntechnik auszuprobiren und für alle diese Handhabungen passende Leute auszusuchen und zu schulen.

Die Mittheilungen dieser hauptsächlichsten Schwierigkeiten möge dazu dienen, Aufklärung zu geben, weshalb die seit zwei Jahren bestehende Fabrik erst seit kurzer Zeit mit ihren Erzeugnissen an die Oeffentlichkeit getreten ist.

Der Erfolg der Arbeit jener Zeit und die jetzige Leistungsfähigkeit der Fabrik ergeben folgendes Bild.

Eisenemaillirte Gefässe, die auf der Aussenseite mit den Widerstandsstreifen aus Glanzedelmetallen versehen sind, werden zum Schutz vor mechanischer Beschädigung in einen Emaille- oder eleganteren Nickelmantel luftdicht eingelöthet. Diese Aussengefässe tragen 2 bezw. 3 isolirt eingesetzte Contaktstifte, die mit den Enden der Widerstandsstreifen verbunden sind. Die 3 Contaktstifte der Töpfe ermöglichen eine Regulirfähigkeit der Apparate in 4 Wärmestufen. Die Handhabung ist sehr einfach; ein Schaltungsschema wird jedem Topf beigegeben.

Da wir bei Auftragung der Edelmetallschichten an keine Form gebunden sind, können wir mit Boden und Seite gleichmässig vortheilhaft heizen, was gerade

Fig. 1.

Fig. 2.

für die eigentlichen Haus- und Küchengeschirre wichtig ist, die doch hauptsächlich ein Heizen vom Boden aus verlangen. Bei anderen Construktionen, die auf Anbringung von Drähten beruhen, kann das naturgemäss so gut nicht erreicht werden.

Die Luftschicht zwischen Innen- und Aussengefäss ist ausserdem ein so vorzüglicher Wärmeisolator, dass einerseits der Aussenmantel sich fast garnicht erwärmt, sodass man mit den Prometheus-Kochapparaten auf jeder Tischplatte oder Decke, und auch auf der flachen Hand kochen kann, andrerseits die Speisen sich sehr lange in den Gefässen warm halten.

Form und Grösse der Apparate sind den Anforderungen der Praxis möglichst angepasst, wie einige Beispiele zeigen mögen.

Obenstehendes Bild Fig. 1 stellt einen einfachen Kochtopf in Nickel dar, der für allgemeinen Gebrauch bestimmt ist und in verschiedenen Grössen geliefert wird.

Fig. 2. Dieses grössere Gefäss, welches in dieser Form von 3 Liter an hergestellt wird, soll zum Kochen von Gemüse, Suppe u. s. w., oder in Nickelausstattung zur Bereitung von Punsch oder Glühwein dienen.

Zum Braten, Backen und Dämpfen ist die sogenannte Bratcasserolle (Fig. 3) bestimmt

Die Milchkannen (Fig. 4) eignen sich besonders zum Kochen und Warmhalten von Milch in Kinder- oder Krankenzimmern, oder aber zum Ansetzen von Thee- oder Kaffeewasser.

Ausser den gebräuchlichsten Kaffeemaschinen liefert die Fabrik auch eine Construktion, wie untenstehend, Fig. 5, welche vor anderen Systemen den Vortheil hat, dass sie sich vollständig auseinandernehmen und deshalb leicht reinigen lässt, und ausserdem gestattet, das eigentliche Kochgefäss auch zu anderen Zwecken zu verwenden. In dieses Gefäss setzt man zum Gebrauch einen Trichter, der mit einer Steigröhre versehen ist, füllt es mit Wasser, stülpt hierüber das mit einem

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

durchbrochenen Nickelmantel umgebene Porzellangefäss, schiebt den Cylinder mit Kaffeemehl über die obere herausragende Steigröhre und setzt den Glasdeckel darauf. Beim Kochen werfen die unter dem Trichter sich bildenden Dampfblasen die in dem Steigrohr stehende Wassersäule empor, welche oben durch kleine Oeffnungen in den Kasten mit gemahlenem Kaffee spritzt, und allmählig durch den siebartigen Boden in das Porzellangefäss sickert. Dieses wiederholt sich in kurzen Zwischenräumen und so wird der Kaffee gleichmässig vollständig ausgelaugt.

Auf Anregung von ärztlicher Seite werden auch Soxhletwärmer (Fig. 6) für eine und mehrere Flaschen hergestellt, da vor allem Nachts in Schlafzimmern der Werth und die Annehmlichkeit der elektrischen Heizmethode gegenüber den umständlichen und gefährlichen Spiritusbrennern u. drgl. nicht unterschätzt werden kann.

Bei den Sterilisirungsapparaten (Fig. 7) für ärztliche Instrumente wird auf dem Boden des eigentlichen Kochgefässes Wasserdampf erzeugt, der die in dem durchlöcherten Nickeleinsatz befindlichen Instrumente einhüllt.

Theekannen (Fig. 8 u. 9) werden in jeder gewünschter Form geliefert; an derartigen Apparaten ist die Einfachheit und Zweckmässigkeit der Fabrikationsmethode besonders ersichtlich. Von einer Kanne, wie sie im Handel befindlich ist, wird der Boden abgestochen, eine Heizplatte eingesetzt und das Untertheil, mit Contaktstiften versehen, wieder angelöthet.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Auf ähnliche Weise werden auch kleinere und grössere Gefässe in einfachste Ausführung angefertigt, indem man eine Heizplatte mit einem Blechmantel un giebt und zum Schutz der Widerstandsstreifen einen Boden darunter löthet. Töpf dieser Art, für Lackfabriken bis zu 50 Litern angefertigt, zeigten einen Nutzeffel von über 91 % und die Regulirfähigkeit der Stromstärken ist so bemessen, da bei bestimmter Schaltung das für den jeweiligen Apparat vorgeschriebene Flüssi keitsquantum eine Maximaltemperatur nicht überschreiten kann; derartige Schmel kessel haben sich in der Sprengtechnik vorzüglich bewährt.

Zur Verwendung in Laboratorien oder da, wo man nicht an ein elektrisch beheiztes Gefäss gebunden sein will, empfehlen sich die Sieder (Figur 10), die in entsprechender Gestaltung auch gleichzeitig als Rührer dienen können. Sie werden verzinnt, verkupfert oder in Nickel ausgeführt.

Ein wesentlicher Vortheil der Prometheus-Apparate ist auch der, dass Spannungsüberschreitungen bis zu 30 % keinen nachtheiligen Einfluss auf die Gefässe haben; andererseits ist zu berücksichtigen, dass sie, — wie gewöhnliche emaillirte Kochgeschirre, nicht trocken aufs Feuer gesetzt werden dürfen, — auch nicht einzuschalten sind, bevor Wasser, Fleisch oder Fett hineingethan ist. Beim Reinigen kann man sie direkt ins Wasser tauchen, da sie luftdicht verschlossen sind.

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

Nach neueren Bestimmungen der Physikalisch-technischen Reichsanstalt zu Charlottenburg erreichen die Erzeugnisse der Fabrik beim Anheizen einen Wirkungsgrad von 88,2, beim Weiterkochen wie beim Warmhalten der Speisen einen solchen bis zu 90,7 %. Zur Zeit ist die Firma mit Neu-Constructionen beschäftigt, die noch vortheilhafter arbeiten werden.

Der geringe Platzbedarf des Widerstandes gestattet eine einfache Herstellung von Verdunklungsfassungen (Fig. 11) und Verdunklungsschaltern (Fig. 12), die die Leuchtkraft einer Glühlampe bedeutend herabsetzen und für Schlaf- und Krankenzimmer, Corridore u. s. w. bestimmt sind. Da für die Praxis eine stufenmässige Herabminderung der Leuchtkraft nicht von Werth ist, so werden diese Apparate

nur für Hell- und Dunkelstellung angefertigt. Mit dem Einschalten des Widerstandes ist eine Verringerung des Stromkonsums von ungefähr 45 % verbunden.

Ein anderes Arbeitsfeld der Fabrik „Prometheus“ ist die Verwendung der Elektrizität für die Heiztechnik.

Einseitig emaillirte Eisenplatten werden mit Widerstandsstreifen aus Glanzedelmetall und den entsprechenden Zuleitungen versehen (Fig. 13). Durch das vorzügliche Ausstrahlungsvermögen der freien Eisenseite wird die entwickelte Wärme sofort an die Luft abgegeben.

Auch diese Apparate werden regulirbar und für jede gewünschte Stromstärke geliefert.

Obenstehender tragbarer Ofen (Fig. 13) hat einen Durchmesser von 50 cm und ist mit 5, 10 und 20 Amp. zu betreiben.

Genannte Ausführungsformen und Abbildungen stellen nur einen geringen Theil des bereits Geschaffenen dar, beweisen jedoch die vielseitige Anwendbarkeit der Widerstände aus Glanzedelmetallen für Zwecke des häuslichen und gewerblichen Lebens; weitere Vervollkommnungen, speciell auf dem Gebiete der Emaillirtechnik werden der Einführung des elektrischen Heizens und Kochens immer weitere Kreise und Anwendungsgebiete erschliessen.

CHEMISCHE FABRIK „ELEKTRON“

AKTIENGESELLSCHAFT.

Ein im Jahre 1884 dem Ingenieur C. Hoepfner in Berlin ertheiltes Deutsches Reichs-Patent Nr. 30222: „Neuerungen in der Elektrolyse von Halogensalzen der Leicht- und Schwermetalle" gab die Veranlassung zur Vereinigung dreier deutscher chemischer Fabriken: Mathes & Weber in Duisburg, Kunheim & Co. in Berlin und Chemische Fabrik Griesheim in Frankfurt a. M., sowie zweier befreundeter Firmen, die sich für Elektrolyse interessirten, zur Ausführung gemeinschaftlicher Versuche über die Herstellung von Aetzalkali und Chlor aus Alkalichloriden durch Electrolyse. Die Versuchsergebnisse sollten ausgetauscht werden; falls brauchbare Resultate erzielt würden, war die gemeinschaftliche Ausbeute derselben durch ein eigenes Unternehmen in Aussicht genommen. Die ersten Versuche wurden hauptsächlich von Dr. Fabian, Associé der Firma Mathes & Weber, gemacht, der aber schon 1885 starb, worauf die Chemische Fabrik Griesheim die Versuche für gemeinschaftliche Rechnung aufnahm. Das ursprünglich den Anstoss liefernde Patent wurde bald bei Seite gelassen und ein eigenes Verfahren für die Zersetzung von Chlornatrium und Chlorkalium ausgebildet, welches am Schlusse des Jahres 1888 soweit gefördert war, dass man den Beschluss fassen konnte, auf Grundlage der bisherigen Versuche eine Fabrik von 200 Pferdestärken zu errichten, welche in Griesheim, neben der bestehenden Chemischen Fabrik, aber ganz getrennt von derselben, zu liegen kam. Diese Fabrik ist seit dem Jahre 1890 im Betrieb und hat seit dieser Zeit ununterbrochen gearbeitet. Im Jahre 1892 wurde dieselbe verdoppelt und arbeitet seitdem ohne irgend welche Behinderung durch die bei elektrolytischen Anlagen so oft vorkommenden Schwierigkeiten mit Diaphragmen, Elektroden u. s. w.

Es war die selbstverständliche Folge, dass man nun an ein Unternehmen in grösserem Stile ging. Den obengenannten Firmen war inzwischen noch als weiterer Theilnehmer seit 1888 der Director der Griesheimer Fabrik, I. Stroof, beigetreten; das Unternehmen führt seit dem Jahre 1892 die Firma: „Chemische Fabrik Elektron A.-G." in Frankfurt a. M. Da es bei elektrolytischen Anlagen in erster Linie auf billige Kraft ankommt und in Deutschland bekanntlich grössere Wasserkräfte nicht zu haben sind (abgesehen von den an der Peripherie des Reiches gelegenen und anderen Staaten, wie der Schweiz, mit gehörigen), so suchte und fand man in der Provinz Sachsen bei Bitterfeld einen Ort, wo eine geringwerthige, aber äusserst billig zu gewinnende Braunkohle die Erzeugung von Kraft zu geringerem Preise als an den meisten Orten Europas gestattet. Hier wurde 1893 mit dem Bau einer grossen Fabrik begonnen, welche im August 1894 den

Betrieb eröffnete und schon 1895 verdoppelt wurde. Gleichzeitig begann auch die Erweiterung der Griesheimer Fabrik, welche nunmehr beendet ist. Ausserdem sind zwei andere Fabriken in Deutschland und zwei im Auslande im Betrieb, welche das Verfahren von der Actiengesellschaft „Elektron" erworben haben. Die Fabrikate werden in Folge einer Uebereinkunft durch die Chemische Fabrik Griesheim in Frankfurt a. M. auf den Markt gebracht.

Es lag, wie begreiflich, nicht in der Absicht und nicht im Interesse der Gründer, Veröffentlichungen über das deutsche Unternehmen zu veranlassen. Immerhin wurde durch Herrn Stroof gelegentlich des Internationalen Congresses der Elektrotechniker im September 1891 eine kurze Mittheilung über die Entwickelung dieses Unternehmens gemacht, welche sich im stenographischen Bericht über diesen Congress vorfindet. Die Produkte der Fabrik waren 1893 in Chicago ausgestellt; im „Führer durch die Ausstellung der Chemischen Industrie Deutschlands" S. 21 u. 23 ist auf dieselben als Produkte der Elektrolyse verwiesen. (Siehe auch: G. Lunge, „Zur Geschichte der Elektrolyse von Chloriden" in der Zeitschrift für angewandte Chemie 1896. Heft 17.)

Nach dem elektrolytischen Verfahren der Chemischen Fabrik »Elektron« arbeiten gegenwärtig in Deutschland und im Ausland ca. 8000 P. S. welche Zahl sich in der nächsten Zeit wesentlich erhöhen wird.

Deutsche Gesellschaft für elektrische Unternehmungen.

Frankfurt am Main.

Die „Deutsche Gesellschaft für elektrische Unternehmungen“ wurde im Jahre 1896 in Anlehnung an die „Elektrizitäts-Actien-Gesellschaft vorm. W. Lahmeyer & Co. Frankfurt am Main“ gegründet und bezweckt hauptsächlich den Bau, Erwerb und Betrieb elektrischer Anlagen jeder Art.

Die Gesellschaft besitzt zur Zeit die Elektrizitätswerke: Bockenheim, Gotha und Limburg a. d. Lahn, welche sie von der vorgenannten Elektrizitätsgesellschaft erworben hat, sowie das im letzten Jahre gebaute Elektrizitätswerk Homburg v. d. Höhe.

In Ausführung begriffen sind folgende Werke, welche der Gesellschaft entweder allein gehören, oder an welchen sie in hervorragendem Maasse finanziell betheiligt ist:

Rheinisch-Westfälisches Elektrizitäts-Werk, Essen a. d. Ruhr, (3600 PS.),
Oberrheinische Elektrizitätswerke, Wiesloch, Baden, (ca. 900 PS.),
Elektrizitätswerk für die Stadt Tilsit,
Elektrizitätswerk Gersthofen bei Augsburg, (5000 PS.),
Elektrizitätswerk für die Stadt Velten i. d. Mark,
Strassenbahn Homburg-Dornholzhausen-Saalburg, im Anschluss an das Elektrizitätswerk Homburg v. d. Höhe,
Elektrizitätswerk für die Stadt Sinaia (Rumänien).

Ausserdem ist die Gesellschaft an der „Allgemeinen Elektrometallurgischen Gesellschaft m. b. H. in Elberfeld“ betheiligt.

Das Kapital der Deutschen Gesellschaft für elektrische Unternehmungen beträgt Mk. 5,000,000.— und ist dessen Erhöhung auf Mk. 15,000,000.— inzwischen beschlossen worden.

ELEKTRIZITÄTS-ACTIEN-GESELLSCHAFT

VORM. W. LAHMEYER & Co.

FRANKFURT AM MAIN.

Die »Elektrizitäts-Actien-Gesellschaft vorm. W. Lahmeyer & Co.« ist im Jahre 1893 aus einer Verschmelzung der früheren »Commanditgesellschaft W. Lahmeyer & Co.« mit der »Aktiengesellschaft für Bau und Betrieb elektrischer Anlagen« hervorgegangen. Die genannte Commanditgesellschaft wurde im Herbst 1890 von dem Ingenieur Wilhelm Lahmeyer in Verbindung mit Frankfurter Bankfirmen und Privaten gegründet und richtete in ihrem ersten Geschäftsjahre ihr Hauptaugenmerk auf die Frankfurter Elektrotechnische Ausstellung im Jahre 1891. Als Hauptausstellungsgegenstände wurden die ersten Lahmeyer'schen Hochspannungs-Gleichstrom-Umformer erfolgreich im Betriebe vorgeführt; bekannt ist auch die Hochspannungs-Drehstrom-Uebertragung von Offenbach zur Ausstellung (10 km) mit Lahmeyer'schen Drehstrom-Gleichstrom-Umformern sowie die Haselwander'sche ursprüngliche und älteste Drehstrom-Construktion, welche die Commanditgesellschaft ebenfalls auf der Ausstellung zeigte. Ausserdem waren Gleichstrom-Maschinen Lahmeyer'scher Bauart — geschlossene Radialpolmaschinen mit genutheten Trommelankern — in grösserer Zahl vertreten, welche in der Folge den Ausgangspunkt für zahlreiche weitere Constructionen und zum Theil auch für die Ausbildung der Drehstromanlagen der Firma bildeten.

In den ersten beiden Geschäftsjahren fabrizirte die Commanditgesellschaft ihre Maschinen in Anlehnung an die Maschinenfabrik von Collet & Engelhard in Offenbach a. M. und erst im Herbste 1892 siedelte sie in die inzwischen fertig gestellte neue Fabrik an der Höchsterstrasse in Frankfurt a. M. über.

Die Aktien-Gesellschaft für Bau und Betrieb elektrischer Anlagen wurde im Winter 1892 als Schwestergesellschaft der Commanditgesellschaft zu dem besonderen Zwecke gegründet, das von der letzteren zu erbauende Elektrizitätswerk in Bockenheim und späterhin dasjenige in Gotha zu übernehmen und zu betreiben; sie darf somit als älteste »Betriebsgesellschaft« der deutschen elektrotechnischen Industrie betrachtet werden. Ihre Verschmelzung mit der Commanditgesellschaft erfolgte im Jahre 1893 aus Zweckmässigkeitsgründen. Gleichzeitig hiermit trat Herr Wilh. Lahmeyer infolge Erkrankung von der Leitung der Geschäfte zurück, welche von dem zur Zeit noch im Amte befindlichen Vorstande der Elektrizitäts-Actien-Gesellschaft übernommen wurde.

Das Kapital der Elektrizitäts - Actien - Gesellschaft vormals W. Lahmeyer & Co. betrug ursprünglich M. 1 700 000; — es ist in der Folge, entsprechend der zunehmenden Ausdehnung der Geschäfte, erhöht worden und zwar im

Jahre 1896 auf 3 Millionen Mark, im Jahre 1897 auf 4 Millionen Mark; ausserdem wurde eine Obligationenanleihe im Betrage von M. 1 200000.— aufgenommen.

Für die geeignete Wahrnehmung ihrer auswärtigen Interessen und die Aufrechterhaltung einer innigen Verbindung mit ihren Geschäftsfreunden, hat die Gesellschaft nach und nach in wichtigeren Bezirken Zweigniederlassungen und Vertretungen errichtet und zwar bestehen gegenwärtig Zweigniederlassungen in: Beuthen (Oberschlesien), Duisburg a. Rh., Gotha, Hamburg, Karlsruhe, München, St. Johann-Saarbrücken, Bukarest, Mailand, Warschau, ferner technische Bureaux in: Dortmund, Essen, Wiesbaden, und Generalvertretungen in: Aachen, Berlin, Crefeld, Dresden, Düsseldorf, Hildesheim, Königsberg, Lübeck, Magdeburg, Reutlingen, Moskau, Wien.

In enger Verbindung mit der E.-A.-G. vorm. W. Lahmeyer & Co. steht auch die im Jahre 1896 gegründete »Deutsche Gesellschaft für elektrische Unternehmungen« (s. d.), welche hauptsächlich bezweckt, elektrotechnische Unternehmungen aller Art zu finanziren und für eigene Rechnung zu bauen und zu betreiben.

Ein anschauliches Bild der Entwickelung der Gesellschaft bietet nachstehende Aufstellung über die in den einzelnen Jahren von der früheren Commanditgesellschaft und von der jetzigen Actiengesellschaft beschäftigten Arbeiter und angestellten Beamten, zu welchen auch die auswärts, d. h. ständig ausserhalb Frankfurt thätigen, hinzugerechnet sind:

	Jahr:	Arbeiter:	Beamte:	
September	1891	5	22	Commandit-Gesellschaft W. Lahmeyer & Co.
31. März	1892	19	23	
» »	1893	90	35	
» »	1894	152	36	Elektrizitäts-Actien-Gesellschaft vorm. W. Lahmeyer & Co.
» »	1895	285	75	
» »	1896	320	107	
» »	1897	537	175	
» »	1898	1058	299	

Entsprechend der allmählichen Ausdehnung des Geschäftsumfanges hat nach und nach eine Vergrösserung der Fabrik und ihrer Einrichtungen stattgefunden.

Die Lage der Fabrikgrundstücke der Gesellschaft an der Höchsterstrasse geht aus Fig. 1 der beigefügten Tafel I hervor; das erste jetzt nahezu ganz bebaute Grundstück von ca. 12 000 qm Fläche wurde im Jahre 1891 erworben, die beiden übrigen von zusammen ca. 24 000 qm Fläche im Jahre 1897. Sämmtliche Grundstücke haben Eisenbahnanschluss an der Seite der Weilburgerstrasse und es können die Eisenbahnwagen unmittelbar in die einzelnen Hauptfabrikräume hineingefahren werden.

Die Gesammtanordnung der Verwaltungs-, Bureau- und Fabrikräume ist aus dem Horizontalschnitt Fig. 2, Tafel I, ersichtlich, in welchem die zur Zeit bestehenden Gebäude in voll ausgezogenen Linien, die geplanten Vergrösserungen in gestrichelten dargestellt sind.

Das Verwaltungs- und Bureaugebäude, zugleich mit dem allgemeinen Zugang zur Fabrik, liegt an der Höchsterstrasse; Fig. 1, Tafel II zeigt die zukünftige

Gestaltung der Hauptseite, wovon zur Zeit der nördliche Flügel ganz ausgebaut und der mittlere Theil in der Ausführung begriffen ist.

Das ganze Gebäude ist durchaus in Stein und Eisen errichtet. Die Eintheilung der einzelnen Geschosse ist auf der Zeichnung, Tafel I, vermerkt, ebenso wie die Eintheilung und Benutzungsart der einzelnen Fabrikgebäude und Arbeitsräume auf der Zeichnung angegeben ist.

In Fig 2 und 3, Tafel II, sind ausserdem Schnitte durch die Hauptwerkstätte A dargestellt, welche die Construktion im Wesentlichen erkennen lassen, während auf den Tafeln III—VII Schaubilder der äusseren Ansichten der Bureau- und Fabrikgebäude, sowie des Inneren der Werkstätte A beigefügt sind. Die Haupt-Werkstätten bestehen jede aus einer grossen Mittelhalle von 16 m Breite und zwei Seitenhallen mit eingebauten Gallerien von je 7 m Breite im Lichten; in der Hauptwerkstätte B dient eine Seitenhalle noch zur Aufstellung grosser Werkzeugmaschinen und enthält dementsprechend keine eingebaute Gallerie. Die Mittelhalle der Werkstätte A wird durch einen elektrisch betriebenen Laufkrahn von 10000 kg Tragfähigkeit, diejenige der Werkstätte B durch einen solchen von 15000 kg und die eine Seitenhalle der Werkstätte B durch einen elektrischen Laufkrahn von 10000 kg Tragfähigkeit bedient; die Eisenconstruktion der Gebäude ist indessen so berechnet, dass allenthalben noch ein zweiter gleichstarker Krahn aufgestellt und gebotenenfalls mit dem vorhandenen gekuppelt werden kann.

Alle Wellenleitungen und Arbeits-Maschinen werden durch Elektromotoren angetrieben und zwar derart, dass im allgemeinen die kleineren Werkzeugmaschinen gruppenweise zusammengefasst sind, während die grösseren Arbeitsmaschinen und solche die einen vielfach unterbrochenen Betrieb haben, mit Einzelantrieb versehen sind. Die Wellenleitungen und Gruppen werden durch Drehstrom-Motoren, die Einzelmaschinen und insbesondere solche, die mit in weiten Grenzen veränderlichen Geschwindigkeiten arbeiten, durch Gleichstrom-Motoren betrieben; bei den letztgenannten Arbeitsmaschinen sind vielfach Zweicollektor-Motoren verwendet.

Da äusserste Genauigkeit in der Herstellung als Hauptgrundsatz der Fabrikation gilt, so wird der Herstellung der Werkzeuge grosse Aufmerksamkeit gewidmet; sämmtliche Werkzeuge werden in einer besonderen Werkstätte unter Benutzung von Präcisions-Messwerkzeugen angefertigt bezw. wiederhergestellt und gilt hierbei $^1/_{100}$ mm als Masseinheit.

Die Stromerzeugungsstelle, welche den gesammten elektrischen Strom für den Fabrikbetrieb und die Beleuchtung liefert, befindet sich in einem besonderen Gebäude (Blatt I, Fig. 2, F_I und F_{II}) und besteht aus einer Kesselanlage mit Zubehör, einer Dampf-Dynamomaschine nebst Accumulatorenbatterie. In dem Kesselhause sind zur Zeit 2 Wasserröhrenkessel, System Dürr, von je 150 qm Heizfläche und je einem Ueberhitzer von 24 qm Heizfläche aufgestellt, während für einen dritten ebenso grossen Kessel der Raum vorgesehen ist. Die Kessel arbeiten mit 10 kg/qcm Ueberdruck. Das Maschinenhaus enthält eine 250pferdige stehende Verbund-Dampfmaschine, von der Firma G. Kuhn geliefert, zu welcher demnächst eine zweite gleich grosse Maschine hinzugestellt werden wird; die Maschinen können mit oder ohne Condensation arbeiten — letzteres wenn der Abdampf zu Heizzwecken benutzt wird — und sind mit zwei Abfall-Condensationen,

System Weiss, verbunden, die in beiden Eckthürmen des Maschinenhauses untergebracht sind.

Jede Dampfmaschine ist, wie das Schaubild Tafel VIII zeigt, einerseits mit einer Drehstrommaschine, deren Magnetrad zugleich als Schwungrad dient und anderseits mit einer Gleichstrommaschine gekuppelt; jede dieser Dynamomaschinen hat eine gewöhnliche Leistung von 100 Kilowatt bei 160 Min.-Umdr. (beide zusammen also etwas mehr als der gewöhnlichen Leistung der Dampfmaschine entspricht). Die Drehstromspannung beträgt 220 Volt, die Gleichstromspannung 120 Volt. Maschinen- und Kesselhaus sind vollständig unterkellert und sind die Untergeschosse durch eine Treppe vom Maschinenraum aus zugänglich. Der Raum unterhalb des Heizerstandes dient zur Aufnahme einer Accumulatorenbatterie, von der Elektrizitäts-Gesellschaft Gelnhausen, von 1080 Amp. Std. Capazität bei 270 A. höchster Entladestromstärke, deren Ladung mittels Motor-Zusatzdynamo von der Hauptdynamo aus erfolgt. In dem ebenfalls unterkellerten Raum zwischen Maschinenhaus und Verwaltungsgebäude finden die durch Elektromotoren angetriebenen Luft- und Kaltwasserpumpen für die Condensation ihre Aufstellung.

Die benutzbare Bodenfläche in sämmtlichen Arbeitsräumen (ausschl. Büreaugebäude) betrug in runden Zahlen:

am	31.	März	1893	2900 qm
„	31.	„	1894	3400 „
„	31.	„	1896	4800 „
„	31.	„	1898	9700 „

Das Arbeitsgebiet der Gesellschaft umfasst das ganze Gebiet der Starkstromtechnik und erstreckt sich die Thätigkeit der Gesellschaft daher auf die Projektirung und Ausführung von Elektrizitätswerken für Städte und grössere Bezirke, Beleuchtungs- und Kraftvertheilungsanlagen in jedem Umfange, letztere vor allem unter Berücksichtigung der besonderen Anforderungen des Grossgewerbebetriebes, Einrichtung für elektrochemische Werke, Bau von elektrischen Strassenbahnen u. s. w.

Eine Anzahl der von der Gesellschaft gebauten oder in Ausführung begriffenen grösseren Elektrizitätswerke, welche für Rechnung der Deutschen Gesellschaft für elektrische Unternehmungen betrieben werden, sind bereits von dieser erwähnt worden. (S. 121); unter den übrigen sind neben einer Reihe kleinerer Werke — Neu-Jsenburg, Ohrdruf i. Thür., Schönheide i. S., Wetter a. d. Ruhr, Wilster i. H. u. a. m., — insbesondere zu nennen: die Elektrizitätswerke der Städte Dortmund (2000 PS.), Düsseldorf (Erweiterung 1200 PS.), Elberfeld (Erweiterung: Umformer-Anlage von 1800 PS.), Wiesbaden (I. Ausbau 1000 PS.), die Lenne-Elektrizitäts- & Industrie-Werke (1500 PS.), das Elektrizitätswerk der Rheinischen Bahngesellschaft (800 PS.), die Elektrizitätswerke der Badischen Staatsbahn in Oos und Offenburg (ca. 800 PS.) u. a. m.

Die vorgenannten Werke erzeugen theils Gleichstrom, im allgemeinen im Dreileitersystem mit 2 × 120 Volt, theils dreiphasigen Wechselstrom bis zu 10,000 Volt. Die Gesellschaft baut jedoch auch Werke mit einphasigem Wechselstrom (z. B. die Oberrheinischen Elektrizitätswerke), ohne ihn indessen zu bevorzugen, da die im Betrieb befindlichen grösseren Anlagen mit dreiphasigem Wechselstrom nicht die

M. 1:500.

Strasse.

Seitenstrasse

ik und des Bureaugebäudes

Verwaltun

durch di

Ansicht der Fabrik von der Schwalbacher Strasse aus.

Ansicht der Fabrik von der Höchster Strasse aus.

Hauptwerkstätte A von Süden gesehen.

Hauptwerkstätte A von Süden gesehen.

250 pferdige Betriebsdampfmaschine,

gekuppelt mit Gleichstromdynamo und Wechselstrommaschine
von je 100 000 Watt Leistung.

Maschinenraum einer Kraftvertheilungs-Anlage.

Gleichstromdynamos,

gekuppelt mit stehenden Tandem-Verbundmaschinen.

Leistung: 350000 Watt bei 150 Minuten-Umdrehungen.

Gleichstrom-Dampfdynamo

Leistung: 250000 Watt bei 120 Minuten-Umdrehungen.

Gleichstrom-Doppeldynamo,

auf die Kurbelwelle einer Zwillingsdampfmaschine aufgebaut.
Leistung: 400000 Watt bei 90 Minuten-Umdrehungen.

Gleichstrc

auf die Kurbelwelle e

Leistung 400 000

Tafel XII.

ELEKTRIZITÄTS-ACTIEN-GES. vorm. W. LAHMEYER & Co. FRANKFURT-MAIN.

oppeldynamo,

willings-Dampfmaschine aufgebaut.

el 90 Minuten-Umdrehungen.

Drehstrom-Maschine

mit angebautem Erreger, für direkte Kupplung.

Leistung 350000 Watt bei 150 Minuten-Umdrehungen.

Stromerzeugungsstelle einer unterirdischen Wasserhaltung.

Drehstrom-Maschine

mit angebautem Erreger, gekuppelt mit stehender Tandem-Verbund-Dampfmaschine.
Leistung: 300000 Watt bei 150 Minuten-Umdrehungen.

Drehstrom-Maschine,

auf die Kurbelwelle einer liegenden Zwillings-Verbund-Dampfmaschine aufgebaut.
Leistung: 350000 Watt bei 90 Minuten-Umdrehungen.

Unterirdische Wasserhaltung: Pumpenanlage ca. 400 m unter Tage.

Drehstrom-Motor,

auf die Kurbelwelle einer Zwillingspumpe aufgebaut.
Leistung: 320 PSe bei 62 Minuten-Umdrehungen.

Drehstrom-Transformator.

Autotypie-Druck
dieser 17 Tafeln
von
Schirmer & Mahlau, Frankfurt a. M.

mindesten Schwierigkeiten, weder in der Ausführung, noch in der Vertheilung, noch in der Spannungsregelung ergeben haben, dafür aber die bekannten erheblichen Vorzüge bei den Motoren besitzen. Von einem »Kampf der Systeme«, wie er noch vor 5 – 6 Jahren vorhanden war, kann ja heute füglich nicht mehr die Rede sein, da die letzten Jahre ruhiger Entwicklung hinreichende Erfahrungen gezeitigt haben, um im Allgemeinen entscheiden zu können, wo das eine und wo das andere System der Stromvertheilung den Vorzug verdient. Allerdings sind mehrfach auch bei kleineren Anlagen nur mit Rücksicht auf die örtlichen Verhältnisse Wechselstromsysteme zur Anwendung gekommen, wo hinsichtlich der Wirthschaftlichkeit des Betriebes der Gleichstrom den Vorzug verdient hätte; hierin dürfte sich alsbald eine Aenderung vollziehen, sobald mit den in Ausführung begriffenen Gleichstrom-Anlagen mit höheren Spannungen (Dreileiter mit 2×220 bis 2×250 Volt) bestimmtere Erfahrungen vorliegen.

Die zahlreichen grossen und kleineren Kraftvertheilungsanlagen, welche die Gesellschaft gebaut hat, mit insgesammt über 50000 PS., aufzuzählen, würde zu weit führen. Bekannt ist, dass die Gesellschaft gerade dieses Gebiet von Anbeginn ihrer Thätigkeit an kräftig und erfolgreich bearbeitet hat; ein nicht unwesentlicher Theil der Erfolge dürfte hierbei dem Umstande zuzuschreiben sein, dass stets der Gesichtspunkt beachtet wurde, den jeweiligen besonderen Verhältnissen — vor allem bei dem Antrieb von Arbeitsmaschinen aller Art — durch Ausbildung von Sonderconstruktionen sich nach Möglichkeit anzupassen. Dies gilt insbesondere auch von den zahlreichen Ausführungen für den Bergwerksbetrieb: Wasserhaltungen, Ventilatoren, Streckenförderungen u. A. Sämmtliche Kraftvertheilungsanlagen arbeiten entweder mit Gleichstrom (110 bis 500 Volt) oder mit Drehstrom (110 bis 1000 Volt Spannung); der einphasige Wechselstrom erscheint für diese Zwecke im Vergleich zum Drehstrom im allgemeinen ungeeignet, da die Anlagekosten unbedingt höher werden.

Die Fabrikation in den Werkstätten der Gesellschaft umfasst hauptsächlich die Herstellung von Dynamomaschinen und Elektromotoren nebst zugehörigen Apparaten; durch diese Beschränkung auf ein umgrenztes Gebiet hat sich das Werk gleichsam zu einer Sonderfabrik für elektrische Maschinen entwickelt. Dabei wurde von Anbeginn an das Hauptgewicht, auf genaueste Ausführung und sorgfältigste Durchbildung aller Maschinen und Apparate, besonders in constructiver Hinsicht, gelegt. Alle Lager beispielsweise, von dem kleinsten $^1/_{16}$ pferdigen Motor bis zur 1000 pferdigen Dynamo, haben nur Ringschmierung; die Isolationen in den Ankern, Collektoren, Schleifringen, Transformatoren u. s. w. sind durchweg (nur die allerkleinsten Maschinen ausgenommen) mit Glimmer (Mikanit) ausgeführt; alle dem Verschleiss ausgesetzten oder leichter einer Beschädigung unterworfenen Theile sind derart ausgebildet, dass sie leicht auswechselbar sind oder in kürzester Zeit im Betrieb wieder hergestellt werden können; sämmtliche Anker werden conisch gebohrt und auf die ebenso gedrehten Wellen aufgeschliffen um ein unbedingt genaues Rundlaufen zu erzielen und dergleichen mehr.

Die von der Gesellschaft hergestellten Gleichstrom-Dynamos und Motoren werden nach Lahmeyer'scher Bauart mit geschlossenen Magnetgehäusen und Radialpolen, sowie mit genutheten Trommelankern gebaut; nur die kleinsten

Maschinen von 1 PS. abwärts erhalten glatte Anker mit Ringwicklung. Wo die Wicklungsverhältnisse es zulassen und unbedingt bei allen grösseren Maschinen wird Schablonen-Wicklung mit massiven Kupferstäben ausgeführt.

Die Collektortheile bestehen durchweg aus nach Schablone gezogenem besten Kupfer.

Die gängigen mit Riemenbetrieb arbeitenden Gleichstromdynamos und Motoren in den verschiedensten Ausführungsarten dürfen als hinreichend bekannt vorausgesetzt werden und kann von deren Wiedergabe abgesehen werden. Von den unmittelbar mit den Dampfmaschinenwellen gekuppelten Dynamomaschinen sind in den Schaubildern der Tafeln IX und X, einige Beispiele dargestellt, welche eine weitere Erläuterung nicht erfordern; in gleicher Bauart werden die Dynamos für die Ankupplung an liegende Dampfmaschinen mit einem freien Wellenende (Eincylinder- und Tandem-Maschinen) ausgeführt. Die Ausbildung von Gleichstrom-Maschinen für den Aufbau auf die Kurbelwelle einer Dampfmaschine in Zwillingsanordnung geht aus dem Schaubild Tafel XI, sowie aus den Ansichts- und Schnittzeichnungen Tafel XII hervor. Zwei solcher Doppelmaschinen von je 350 KW. Leistung bei 90 Min.-Umdr. laufen im Elektrizitätswerk Dortmund, und haben sich bestens bewährt; zwei ebensolche sind für das Elektrizitätswerk Düsseldorf in der Ausführung begriffen. Diese sind wohl überhaupt die den äusseren Abmessungen nach grössten Gleichstrommaschinen mit genutheten Trommelankern, welch' letztere 4 m äussern Durchmesser haben und zugleich als Schwungräder der Dampfmaschinen dienen.

Die grossen Gleichstrommotoren werden in ganz gleicher Bauart wie die Dynamomaschinen ausgeführt und entsprechen diesen daher äusserlich vollkommen. Dieselben werden für besondere Zwecke bis zu den niedrigsten Umlaufzahlen gebaut. So dient z. B. zur Hebung des Troges beim Schiffshebewerk des Dortmund-Emskanales bei Henrichenburg ein 150pferdiger Motor von nur 60 Umdrehungen in der Minute.

Die neueren Drehstrom-Dynamos der Gesellschaft besitzen feststehenden Anker und umlaufendes Magnetrad mit Radialpolen, während in der ersten Zeit die Maschinen mit umlaufendem Anker und später mit umlaufendem Feldmagnet nach der Inductortype gebaut wurden. Für langsam laufende Drehstrom-Maschinen wird im Allgemeinen das Schwungrad der Antriebsmaschine als Träger für die Magnetpole des Feldes ausgebildet.

Die Erregermaschine wird an die Drehstrom-Maschine direkt angebaut.

Die Tafeln XIII und XIV veranschaulichen Drehstrom-Maschinen mit angebautem Erreger zur direkten Kuppelung an die Dampfmaschine, Tafel XV eine solche über die Welle einer Zwillingsverbundmaschine (El.-W. Dortmund) aufgebaut.

Synchrone Motoren werden in gleicher Weise wie die Primär-Maschinen ausgeführt. Asynchrone Motoren baut die Firma mit Kurzschlussankern oder für grosse Anzugskraft mit einschaltbarem Anlasswiderstand. Dieser kommt entweder besonders zur Aufstellung oder wird in den rotirenden Theil des Motors eingebaut, sodass die sonst nöthigen Schleifringe wegfallen.

Die Drehstrom-Motoren werden auf Wunsch mit Polumschaltung für 2 verschiedene Umlaufzahlen ausgeführt.

Die üblichen Wechselzahlen sind 100 und 50 Wechsel in der Sekunde. Letztere Wechselzahl findet insbesondere für Arbeitsübertragung auf langsam laufende Motoren Anwendung. So veranschaulicht Tafel XVI einen 320pferdigen Motor zum direkten Antrieb einer unterirdischen Wasserhaltungsmaschine auf Zeche Zollverein bei Caternberg. Der umlaufende Theil des Motors ist schwungradartig ausgebildet und sitzt unmittelbar auf der Kurbelwelle der Pumpe, die Umlaufzahl beträgt nur 62 in der Minute.

Die Drehstrom-Transformatoren der Firma werden durch Tafel XVII veranschaulicht. Dieselben werden bis zu Spannungen von 10 000 Volt ohne Verwendung von Oel betrieben.

Die Modelle für Wechselstrom entsprechen im Allgemeinen denen für Drehstrom.

Drehstrom-Maschine,

auf die Kurbelwelle einer liegenden Zwillings-Verbund-Dampfmaschine aufgebaut.

Leistung: 350000 Watt bei 90 Minuten-Umdrehungen.

Unterirdische Wasserhaltung: Pumpenanlage ca. 400 m unter Tage.

Drehstrom-Motor,

auf die Kurbelwelle einer Zwillingspumpe aufgebaut.

Leistung: 320 PSe bei 62 Minuten-Umdrehungen.

Drehstrom-Transformator.

Tafel XVII.

Drehstrom-Transformator.

3. Drähte, Schnüre und Kabel für Lichtleitungs- und Kraftübertragungsanlagen. Es werden hierin alle Querschnitte, Constructionen und Isolationen angefertigt, von einfacher Umspinnung und Umflechtung bis zu den Ausführungen mit mehreren Gummilagen, mit Eisen armirt etc.

Eine besondere Ausdehnung hat die Anfertigung von Glühlampenschnüren erlangt, in welchen ein Farbensortiment in Glanzgarn und Seide geboten wird, das die zu jeder Tapete und zu jedem Möbel passende Nuance enthält.

Entsprechend den Vorschriften der Feuerversicherungs-Gesellschaften, denen zufolge die Kupferadern nicht auf Zug beansprucht werden dürfen, wurde hier zuerst die Verseilung der Hin- und Rückleiter mit einer isolirten Stahldrahtlitze eingeführt und seinerzeit als Gebrauchsmuster geschützt.

Eine besondere Art der Ausführung von Glühlampenschnüren ist die mit eingeflochtenen Isolirösen, die besonders in Oesterreich-Ungarn grossen Anklang gefunden hat. Hierbei sind die beiden Leiter paralell nebeneinanderliegend umflochten und in Abständen von ca. 40 cm ist jeweils eine Hartgummiöse zwischen den Leitern eingesetzt, die das Installiren ausserordentlich erleichtert. (D.R.G.M. No. 12019).

Eine weitere Spezialität ist die sogenannte Bandinstallation (D.R.G.M. No. 27840), bei welcher die beiden Leiter auf das sorgfältigste isolirt, zwischen 2 Streifen Linoleum angeordnet sind, so dass das Ganze ein Band von ca. 35 mm bildet, das mit wenig Stiften rasch und sicher verlegt werden kann, ausserdem von Säure und Dämpfen fast nicht angegriffen wird, auf den Boden gelegt durch Betreten und Ueberfahren kaum leidet.

Den so erfreulichen Aufschwung der ganzen Fabrikation begünstigte der rasch angewachsene Consum; für den hiesigen Platz kam besonders zu Statten seine Lage am Main und die ausserordentlich günstigen Bahn- und Frachtsätze für den Export; es kosten z. B. 100 kg. isolirtes Leitungsmaterial

nach St. Petersburg Mark 3,20
„ Konstantinopel „ 4,20 u. s. w.

Fabrikniederlagen sind eingerichtet in:

Augsburg, Berlin, Bremen, Dortmund, Dresden, Gotha, Hamburg, Hannover, Krefeld, Leipzig, Magdeburg, Mainz, München, Nürnberg, Wien.

Vertretungen in:

Cassel, Halle a. S., Köln, Regensburg, Remscheid, Stettin, Strassburg i. E., Stuttgart, Barcelona, Bucarest, Christiania, Galatz, Genua, Kiew, Konstantinopel, Kopenhagen, Mailand, Neapel, Odessa, Paris, Reval, Rom, St. Petersburg, Stockholm, Turin.

Hartmann & Braun.

Fabrik elektrischer Messinstrumente.

Der Schwerpunkt eines solchen Betriebes liegt in erster Linie in den wissenschaftlichen Vorarbeiten, die der Construktion von Messgeräthen vorauszugehen haben, nicht minder in der peinlichen Prüfung und Justirung der fertiggestellten Instrumente, und in der Bestimmung der Constanten, und demgemäss in den individuellen Leistungen der angestellten Physiker und Ingenieure, sowie in den zur Verfügung stehenden Einrichtungen der Laboratorien.

Wissenschaftliche Instrumente können nur zu einem kleinen Theil fabrikmässig hergestellt werden; sie verlangen daher ein sehr geschicktes Personal von Präcisionsmechanikern; aber auch an das Arbeits-Personal für die jährlich zu Zehntausenden fabrizirten technischen Messapparate werden bei dem bis jetzt unentwegt trotz scharfer Preisconkurrenz festgehaltenen Prinzip, auch diese innerlich und äusserlich in feinmechanischer Weise auszuführen, grössere Anforderungen gestellt, so dass nur eine verhältnissmässig kleine Anzahl von weniger gebildeten, schablonenmässig thätigen Arbeitern beschäftigt werden kann.

Diese Umstände bringen es mit sich, dass ein solches Etablissement, das gewissermassen eine Mittelstellung zwischen den Lehrsälen und Laboratorien der Hochschulen und der elektrischen Grossindustrie — beiden in gleicher Weise dienend — einnimmt, trotz tüchtigen Schaffens und eines, durch die Verbreitung seiner Erzeugnisse vielleicht erreichten Weltrufes, äusserlich nicht die glänzenden Erfolge und die grossartige Ausdehnung aufzuweisen hat, wie sie bei andern Spezialfabriken und noch mehr bei den Universalfabriken auf elektrotechnischem Gebiete wahrzunehmen sind. Aber die nachfolgende Tabelle giebt doch einen Ueberblick und einen Beweis, dass die Entwickelung der Firma bis jetzt eine stetig vorwärtsschreitende gewesen ist.

Durch die kaufmännische Leitung ist für die elektrotechnischen Messinstrumente, die mit einer Ziffer von über 48000 Exemplaren den wesentlichsten Theil der Fabrikation bilden, nicht bloss das Inland, sondern für die grössere Hälfte der Produktion das gesammte Ausland als Absatzgebiet gewonnen worden.

Im Jahre	Terrain-Besitz	Bebaute Grundfläche	Betriebs-Räume	Beamten-Zahl	Arbeiter-Zahl	Gesamt-Personal
	□meter	□meter	□meter			
1879	—	—	77	—	10	—
1882	1320	300	456	6	24	30
1885	1501	1050	1880	10	30	40
1888	2798	1425	2360	15	44	59
1891	3705	1580	2870	25	47	72
1894	4714	1580	3360	32	60	92
1897	5192	2950	8010	60	175	235

Ausser den in der Fabrik selbst thätigen Arbeitskräften beschäftigt die Firma fast ausschliesslich für sich eine Anzahl kleinerer Werkstätten, die von ehemaligen Angehörigen der Fabrik grösstentheils auswärts betrieben werden; ebenso eine ansehnliche Messinggiesserei und eine Tischlerei im Gebirge.

Fig. 1. Ansicht des Etablissements.

Fig. 2.

Die neuen Fabrikanlagen.

Das Fabrikterrain der Firma liegt an den drei Strassen nächst der Bockenheimerwarte, der oberen Königstrasse, Falkstrasse und Clemensstrasse, an ersterer das Verwaltungsgebäude, an letzterer das Hauptfabrikgebäude, mit jenem durch einen Zwischenbau zusammenhängend; links schliessen sich das Maschinenhaus, ein Seitenbau und das Stallgebäude an, rechts frei im Garten stehend, durch eine weitgespannte überdeckte Monierbrücke verbunden, das Physikalische Institut. Ein kleines abseits stehendes Häuschen dient zur Aufbewahrung feuergefährlicher Materialien.

Bezüglich der Eintheilung der Gebäude bezw. Benutzung der Stockwerke darf auf die Legende des vorstehenden Grundrisses verwiesen werden. Es sei nur hervorgehoben, dass die ganze Bauanlage trotz der allmählichen Entstehung und Vergrösserung im Laufe der Jahre eine organische Gliederung aufweist, so dass den kaufmännischen Ressorts ein bequemes Ineinanderarbeiten mit den technischen Bureaux und den Werkstätten, und letzteren wieder unter sich gesichert ist. So wandert das Rohmaterial über Schienengeleise und durch Aufzüge in die Werkstätten, von dort als Halbfabrikat in die Spezialwerkstätten, alsdann zurück in die Montirwerkstätten und nach der Prüfung durch die Vicewerkführer bezüglich der mechanischen Ausführung in den Aichsaal, um von hier nach der gänzlichen Fertigstellung in das Magazin oder, wie meist der Fall, direkt in die Expedition zur Versendung zu kommen.

Die drei Hauptwerkstätten, deren eine auch Oberlicht hat, sind im Uebrigen gleichartig eingerichtet. Luft und Licht sollten vor allen Dingen vorhanden sein in den Räumen, in welchen die Arbeitnehmer über ein Drittel ihres täglichen Lebens verbringen, um in gemeinsamer Arbeit mit Lust und Liebe zum Beruf etwas tüchtiges zu leisten! Darum ist in erster Linie auf eine von allen Seiten eintretende günstige diffuse Beleuchtung, auf helle Wände und glatte weisse Decken, auf natürliche und künstliche Ventilation, letztere zum Theil unter Zuhilfenahme von Ventilatoren und Exhaustoren, sowie auch auf eine vortheilhaft angelegte Niederdruckdampfheizung geachtet worden. Jede Werkstätte umfasst einen Flächenraum von etwa 440 qm und bietet durch ihre Höhe bei der vorgesehenen und, vermöge der von vornherein gewählten Anordnung der Arbeitsplätze und Maschinen, kaum überschreitbaren Maximalbelegung von 60 Arbeitnehmern ungünstigsten Falls einen Luftraum von 27 Cubikmetern pro Person.

Jede Werkstätte enthält drei Glaseinbauten und zwar, um die ganze Werkstätte übersehen zu können, an hierfür geeigneter Stelle ein Bureau für den Werkstättenvorstand und die Vicewerkführer, je einen von dem Geräusch der Hauptwerkstätte möglichst unbeeinflussten Raum für die Montirung der Apparate und für die Herstellung der feineren Systeme und endlich je einen Raum für Feuer-, Löth- und Beizarbeiten. Zu jeder Werkstätte gehört noch ein geräumiges Magazin zur Aufbewahrung der Halbfabrikate und der bis zur Justirung mechanisch fertigen Apparate.

Jedem Arbeitsplatz ist eine Tischlänge von 125 cm, etwa zur Hälfte direkt am Fenster gelegen, mit einer Schieblade, einem Pfeilerschrank für die in Arbeit befindlichen Theile und einem Wandschrank für die Werkzeuge, sämmtliche Gefache verschliessbar, zugetheilt. Je fünf Mechanikern stehen vier Präcisions-

Drehbänke direkt hinter ihren Tischplätzen zur Verfügung; in weiter zurückliegender Reihe sind die Spezialmaschinen aufgestellt.

Die Maschinen jeder Werkstätte sind durch je einen Elektromotor vermittels mehrerer einzeln abstellbarer Transmissionsstränge angetrieben. Sehr rasch laufende Maschinen haben besondere Elektromotoren.

Die Abendbeleuchtung findet durch je 4 Bogenlampen statt, ausserdem verfügt jeder Arbeiter über eine eigene transportable 16kerzige Glühlampe.

In ähnlicher Weise sind die kleineren Spezial-Werkstätten eingerichtet, deren das Etablissement gerade ein Dutzend enthält, für eine Gesammtzahl von etwa 100 Personen, unter Wahrung ähnlich günstiger hygienischer Verhältnisse. Unter diesen Spezialwerkstätten darf eine besonders hervorgehoben werden, die sogenannte Wickelei, die ausschliesslich mit weiblichen Gehilfen betrieben wird, deren zarte Finger sich besser eignen zur Hantierung mit den häufig genug nur einige Tausendtel Millimeter dicken, mit Seide umsponnenen Leitungsdrähten. Das Spulen dieser Drähte ist so organisirt, dass von jeder kleinsten der vielen Tausende im Laufe der Jahre hergestellten Wickelungen genau der hierzu verwendete Draht, die Anzahl der Windungen und der Leitungswiderstand gebucht wird.

Eine andere für die Eigenart des Betriebs sehr wichtige Spezialwerkstätte ist die Feintischlerei zur Herstellung der mannigfachen Bestandtheile von wissenschaftlichen Apparaten, die aus edelem Holz ausgearbeitet werden müssen und an deren Ausführung man gleich hohe Ansprüche stellt, wie an die Präcisionsmechanik.

Wie beim Bau und bei der Einrichtung, ebenso beim Betrieb der Werkstätten die Hygieine eine hohe Berücksichtigung gefunden hat, so ist dies in gleichem Maasse der Fall hinsichtlich der Nebenräume, die in grosser Zahl mit besonderer Bequemlichkeit und entgegen sonstiger Gepflogenheit mit aussergewöhnlicher Helligkeit ausgestattet sind, und zur Sicherung der Salubrität fortwährend gewartet werden.

Die an jede Werkstätte direkt anschliessenden Waschräume sind je mit einer grösseren Anzahl freistehender Kippschalen ausgerüstet, für welche zur Zeit des Beginns der Arbeitspausen warmes Wasser zur Verfügung steht. Für je 3 Personen ist ein Kleiderschrank vorhanden, der statt mittels Thüre wegen des Raumgewinnes durch Rolladen verschlossen ist; sämmtliche Schränke werden über Nacht gelüftet.

Brausebäder mit Warm- und Kaltwasser-Mischeinrichtung stehen den Arbeitnehmern gegen einen Betrag von 10 Pfennigen an die Arbeiterunterstützungskasse zu Diensten.

Für Feuersicherheit ist durch je einen Hydranten mit Schlauch und Strahlrohr an jedem Treppenpodeste — im Ganzen 24 Stück — ferner durch zahlreiche Extinctoren in den Gängen, durch Sticktücher, vor allem aber durch mehrere Treppenhäuser für jeden Gebäudetheil, wie auch durch mechanische Feuerleitern und andere von einer Anzahl hierzu ausgebildeter Leute zu handhabende Geräthe in weitestem Maasse Sorge getragen.

Dass der sorgfältigen Aufbewahrung des für Arbeitnehmer so wichtigen modernen Verkehrsmittels durch Schaffung einer gedeckten Fahrrad-Remise Aufmerksamkeit geschenkt wurde, darf nur als billig erscheinen.

Beginn und Schluss der Arbeitszeit, welche $8^1/_2$ Stunden beträgt, werden von der Hauptuhr der im ganzen Etablissement vertheilten elektrischen Uhrenanlage signalisirt.

Ob alle diese Einrichtungen, die unter Aufwendung bedeutender Anschaffungskosten und unter fortwährender Vermehrung der Betriebsausgaben in erster Linie zu Gunsten der Arbeitnehmer getroffen wurden, von diesen auch andauernd anerkannt werden, mag die Zukunft lehren. Die Firma will das Ihrige zum Wohle der arbeitenden Klasse beigetragen haben und auch ferner leisten.

Dass die Firma auch bestrebt ist, ihren Beamten die Arbeit so angenehm als möglich zu gestalten, bedarf gewiss nicht des Beweises durch die Beschreibung der betreffenden Arbeitsräume, die auch für das kaufmännische Personal den modernen Anforderungen entsprechend gegenwärtig umgebaut werden. Einrichtungen wie Lesesaal und Bibliothek werden dankbarer Anerkennung sicher sein. Das technische Beamten-Personal findet seine Freude an möglichst vollkommenen Laboratoriums-Einrichtungen und an den nach Qualität und Quantität beliebig zur Verfügung stehenden Strömen, um nicht ängstlich in deren Benutzung zu Experimenten sorgen zu müssen. Diese Stromquellen sollen in einem nachfolgenden Artikel beschrieben werden, hier möge nur noch auf das neue Physikalische Institut der Firma hingewiesen sein, für welches ein eigenes Gebäude errichtet wurde. Dasselbe ist, um die darin aufgestellten Instrumente vor Erschütterungen zu sichern, im Garten frei auf dem gewachsenen Boden aufgebaut und bis auf das Fundament ringsum von einem durch Böschungsmauern geschützten Graben umgeben. Auch die über 11 Meter gespannte Cementbrücke, durch welche der bequeme Verkehr mit dem Verwaltungs- und dem Fabrikbau hergestellt ist, steht frei ohne Berührung an dem Sondergebäude, in welchem wegen der erdmagnetischen Elemente grössere ruhende Eisenmassen vermieden sind, während überdies die beweglichen sonst aus Eisen gefertigten Metalltheile, wie Schlösser an Thüren und Fenstern, deren Ortsänderung uncontrollirbar und für magnetische Instrumente störend ist, aus Bronze und Messing hergestellt wurden.

Im Erdgeschoss und ersten Stock sind die Geschäftszimmer für je einen Physiker, ferner je ein grosser Laboratoriumssaal, je ein Raum für Messungen an fest aufgestellten Instrumentarien für spezielle Untersuchungen, sowie je eine Versuchswerkstätte eingerichtet.

Im Souterrain befindet sich eine Dunkelkammer für photometrische und optische Untersuchungen, ein Messzimmer für Arbeiten in constanter Temperatur, ein Raum für pyrometrische Versuche, ein chemisches Laboratorium und ein Accumulatorenraum.

Leider verbietet das industrielle Interesse meist, die aus diesem Institut hervorgehenden wissenschaftlichen Arbeiten zu publiziren, sie finden dagegen ihre Verwerthung in der Fabrikation der elektrotechnischen Instrumente.

Die Betriebs-Anlage.

Die Betriebs-Anlage zerfällt in zwei Gruppen:

1. zum Antrieb der Werkzeugmaschinen, Ventilatoren, Exhaustoren, Aufzüge, Pumpwerke etc., also für den reinen Fabrikbetrieb,
2. für den Laboratoriums-Betrieb.

Der hier in Frage kommende Fabrikbetrieb ist so gleichmässig oder unregelmässig, wie jeder andere und bietet daher keine Schwierigkeiten für die Projectirung der Betriebsmaschine.

Nicht so einfach gestaltet ist der Betrieb in den Laboratorien. Der Kraftbedarf ist hier ausserordentlich schwankend, manchmal wird die höchste Leistung sämmtlicher aufgestellter Maschinen beansprucht, während einige Sekunden darnach die Kraftentnahme auf Null herabsinkt. Ausserdem wird gerade von den Laboratorien ein vollständig gleichmässiger Gang der einzelnen Maschinen verlangt, der nicht durch die grössere oder geringere Belastung der übrigen Maschinen beeinflusst werden darf.

Um dies zu erreichen, waren zwei Möglichkeiten vorhanden und zwar, entweder die Beschaffung einer genügend grossen eigenen Dampfmaschinen-Anlage, oder ein Anschluss an das städtische Elektrizitätswerk, welches mit tausendpferdigen Dampfdynamos von grossem Gleichförmigkeitsgrad ausgerüstet ist.

Beabsichtigt ist die Anlage einer Kraftstation mit zwei 100pferdigen Dampfdynamos; jedoch wird vorläufig der grösste Theil der benöthigten Energie für den Maschinenbetrieb und die elektrische Beleuchtung mit nahezu tausend installirten Lampen vom Bockenheimer Elektrizitätswerk entnommen.

Die vorhandene Betriebs-Anlage, bestehend aus einer schweren liegenden Kuhn'schen Dampfmaschine von etwa 25—30 PS und einem Drehstrom-Motor von 25 PS, wird jetzt zur Erzeugung von Gleichstrom von 220 Volt verwendet, der auf Sammelschienen geleitet und dort mit dem vom Werk entnommenen Gleichstrom von 220 Volt parallel geschaltet wird. — Durch die einfache Bedienung des Nebenschlussregulators der Primärmaschine hat man es in der Gewalt, die eigene Anlage vollkommen auszunützen, und nur so viel Strom aus dem städtischen Netz zu entnehmen als gerade nöthig ist.

Um Störungen oder einen unregelmässigen Gang der Motoren bei plötzlich ansteigender grosser Kraftentnahme zu vermeiden, ist eine ausreichend grosse Accumulatoren-Batterie aufgestellt, welche mittels zweier Doppel-Zellenschalter an das Vertheilungsnetz parallel mit dem Strom der eigenen Anlage und dem Strom aus dem städtischen Netz angeschlossen ist. Die Ladung der Accumulatoren erfolgt unter Zuhülfenahme einer Zusatzmaschine vom Vertheilungsnetz aus. Eine einfache Schaltung gestattet, die Accumulatoren vom Vertheilungsnetz ab und auf die Motoren der Versuchsmaschinen allein zu schalten, während die übrigen Betriebe von der Primärstation weiter gespeist werden können.

Wie aus dem Vorhergehenden ersichtlich, sind für die Betriebe der Einfachheit halber durchweg Gleichstrom-Motoren verwendet worden, obgleich z. B. für die Werkstätten die Anwendung von Drehstrom-Motoren vortheilhafter gewesen wäre.

Die leichte Veränderbarkeit der Tourenzahl, die grosse Anzugskraft und die einfache Bedienung waren aber für die Wahl der Gleichstrom-Elektromotoren ausschlaggebend.

Die Stromversorgung der Werkstätten und Laboratorien.

Die Kraftübertragung in dem Fabriketablissement wird, wie erwähnt, mit Gleichstrom von 220 Volt Spannung betrieben; in den drei Hauptwerkstätten der Firma erfolgt der mechanische Antrieb durch je einen 10 PS Nebenschlussmotor, und zwar sind die beiden Werkstätten, die der Fabrikation der technischen Apparate hauptsächlich dienen, mit Motoren der Uniongesellschaft ausgestattet, während die Werkstätte für die wissenschaftlichen Instrumente mit einem gleich grossen Alioth-Motor ausgerüstet ist. Das dritte Stockwerk des Fabrikgebäudes, in dem sich die Nebenfabrikationszweige wie Wickelei, Lackirerei, Spenglerei, Schleiferei, Beizerei und Vernickelei mit Dynamo von 120 Amp bei 4 Volt befinden, erhält seinen Kraftantrieb von einem 7,5 PS Thury-Motor. In Seitenflügeln der Fabrikanlage befinden sich noch Schmiede und Schlosserei, die gleichfalls mit elektrischem Antrieb durch einen 3,5 PS Fritsche-Pischon-Motor versorgt sind, sowie auch die Schreinerei, der zwei je 3,5 PS Lahmeyer-Motoren zur Verfügung stehen. Mehrere Kleinmotoren bis zu 2 PS, meist Eigenfabrikate der Firma, betreiben ausserdem noch in den einzelnen Werkstätten Ventilatoren, Polirmaschinen etc. Es beträgt somit die Gesammtsumme der installirten Pferdestärken für die eigentliche Fabrikation rund 50 PS. Der weit grössere Theil des Kraftbedarfes von 120 PS entfällt aber auf die Laboratorien mit den zur Aichung nöthigen Generatoren und Accumulatoren. Unter diesen ist es wieder der Aichsaal für Starkstrominstrumente sowie das Zählerlaboratorium, die den grössten Kraftaufwand absorbiren; ihnen schliessen sich an die Laboratorien für Spannungsmessungen und das Physikalisch-elektrotechnische Institut, letzteres in dem freistehenden Sonderbau.

Ein Hauptaugenmerk hat die Firma in neuerer Zeit auf die Ausgestaltung ihrer Instrumente für die Wechselstrommesstechnik gewandt, somit ist es natürlich, dass der Maschinensaal besonders Wechselstromgeneratoren der verschiedensten Systeme aufweist, deren Ströme sämmtlich von einem Generalumschalter aus, je nach Bedarf, in die einzelnen Aichräume geleitet werden können.

Jedem Laboratorium stehen wiederum Transformatoren von verschiedenen Typen mit einer Gesammtleistung von 60000 Watt zur Verfügung, die den Maschinenwechselstrom je nach Bedürfniss herauf oder herunter transformiren. Die mit diesen erreichbare höchste Stromstärke beträgt 7000 Ampère, die höchste Spannung 40000 Volt.

Für die Gleichstrom-Aichungen und Messungen sind 12 Accumulatorenbatterien der verschiedensten Systeme installirt mit Stromstärken bis zu 8000 Ampère und Spannungen bis zu 4000 Volt.

Der für den 30 m langen und 14 m breiten Aichsaal benöthigte Aufwand an elektrischer Energie wird in einem direkt unter demselben gelegenen Maschinenraum durch eine Anzahl von Motoren und Generatoren und in einem Accumulatorenraum durch 6 Batterien aufgebracht. Der beigefügte Grundriss mit Erläuterungen des

Hartmann & Braun.
DYNAMOMASCHINEN-SAAL &
AKKUMULATORENRAUM.

Fig. 3.

Legende
für Dynamomaschinensaal und Accumulatorenraum.

A Stehende Transmission
B Schwartzkopff-Gleichstrom-Motor
C Brown-Boveri-Gleichstrom-Motor
D „ „ Wechselstrom-Generator
E Aachener Gleichstrom-Dynamo für Starkstrom
F Oerlikon-Wechselstrom-Generator
G Lahmeyer-Motor-Zusatz-Dynamo
H Helios-Wechselstrom-Generator für Hochspannung und Niederspannungs-Transformator
I Schuckert-Gleichstrom-Dynamo
K „ „ -Motor
L Helios- „ „
M Schuckert-Mehrphasen-Generator
N Batterie Pollak 120 Elemente
O „ Hagen 120 „
P „ „ 8 „
Q „ De Khotinsky 8 „
R „ Gülcher 120 „
S Accumulatoren-Schalttafel
T Batterie Boese 360 Elemente
U_1 Waaren-Aufzug
U_2 Maschinen-Aufzug
V Niederdruck-Dampfheizung
W Wechselstrom-Vertheilungstafel.

Maschinensaals und des Accumulatorenraumes giebt ein Bild über die generelle Aufstellung der Dynamos, Batterien und Schalttafeln. Der 20 m lange Maschinensaal birgt in seinem Hintergrunde eine auf Stehlager montirte Transmission, ausgeführt nach speziellen Angaben der Firma von der Maschinenfabrik Polysius in Dessau Die Transmission ist ihrer Länge nach in vier gleich grosse Wellen getheilt, die sich untereinander durch Hildebrandtsche Zahnkuppelungen verbinden lassen. Für jede Dynamo ist auf der Transmission eine Riemenweiche mit Voll- und Leerscheibe aufgesetzt.

In dem Vordergrunde des Maschinensaals haben vor den Tragpfeilern die Motoren und Generatoren mit ihren zugehörigen von der Firma Voigt & Haeffner ausgeführten Schalttafeln, die zugleich als Vorführungsobjekte dienen, Aufstellung gefunden. Die ganze Länge des vorderen Maschinenraums wird von einem Deckenlaufkrahn der Firma Gebr. Weismüller bestrichen; ausserdem erleichtert eine Geleiseanlage den Transport der Maschinen bis zu einem grossen Aufzuge an der Hoffaçade des Fabrikgebäudes.

Je ein Hauptmotor hat für gewöhnlich eine Hälfte der Transmission zu betreiben, doch können auch jeder für sich allein, oder — bei gleicher Tourenzahl der Transmissionshälften — beide zusammen den Antrieb der miteinander gekuppelten Wellen übernehmen. Auch hier sind nur Gleichstromnebenschlussmotoren zur Anwendung gekommen, da diese sich leicht in ihrer Tourenzahl variieren lassen und ausserdem, gespeist von einer grossen Pollak-Batterie, für die Constanz der Tourenzahl auch bei stark schwankender Belastung Garantie bieten. Auf diese Weise werden auch die Wechselstromaichungen mit transformirtem Accumulatorenstrom ausgeführt, der für Gleichstrommessungen seiner Constanz wegen das Aichen der Instrumente so wesentlich erleichtert und sichert.

Die Forderung einer variabelen Tourenzahl für die Wechselstromgeneratoren ist bedingt durch die verschiedenen Periodenzahlen der im Betrieb befindlichen Wechselstromcentralen, die für einzelne Instrumententypen bei der Aichung doch noch immer berücksichtigt werden müssen, wenn es auch die Firma durch geeignete Construktion ihrer Apparate verstanden hat, den grössten Theil ihrer Fabrikate unabhängig von der Periodenzahl zu machen. Auf der andern Seite werden jedoch auch wieder bei der Aichung der Synchronismusanzeiger und Phasenindicatoren, für welche die Firma mehrere Patente besitzt, verschiedene Wechselzahlen benöthigt. Durch geeignete Regulatoren an den Nebenschlussmotoren hat man es in der Hand, jede beliebige Wechselzahl leicht einzustellen.

Der 30 PS. Hauptmotor von Schwartzkopff, der für gewöhnlich nur die eine Hälfte der Transmission zu betreiben hat, übernimmt den Antrieb: erstens eines Oerlikon-Wechselstromgenerators von 100 Ampère bei 150 Volt, der in Verbindung mit Transformatoren speziell für Starkstromaichungen dient; zweitens eines Helios-Wechselstromgenerators, der — von einer auf derselben Welle montierten Gleichstrommaschine erregt — primär 1000 Volt Spannung liefert und sich wegen seiner verhältnissmässig hohen Stromstärke besonders gut auch zu Durchschlagsversuchen eignet. Die andere Hälfte der Transmission erhält ihren Antrieb von einem 15 PS. Brown-Boveri-Motor, an den direkt ein Wechselstromgenerator derselben Firma angebaut ist; von diesem wird für gewöhnlich das Physikalische

Institut mit Wechselstrom versorgt. Ausserdem erfolgt von demselben Motor der Antrieb einer Aachener Dynamo, wobei die an den Motor direkt gekuppelte Wechselstrommaschine leer mitläuft und als Schwungrad dient. Diese Dynamo liefert mit Fremderregung niedergespannten Gleichstrom bis zu 2000 Ampère bei 6 Volt, der zum Aufladen einer Hagener Starkstrombatterie benutzt wird. Letztere besteht aus 8 Zellen von 4000 Ampère-St. und aus 8 Gelnhäuser Zellen von 500 Ampère-St. Kapacität. Drei Schuckertsche Flachringmaschinen mit zusammen 15 Kilowatt liefern ausserdem noch Strom für Dauerschaltung, sowie den zum Laden einer 12zelligen Pollak-Batterie von 100 Ampère Entladestromstärke im Physikalischen Institut. Eine Lahmeyer-Motor-Zusatz-Dynamo befindet sich noch im Maschinensaal, die in Verbindung mit der in der eigenen Dampfcentrale aufgestellten von gleicher Firma gelieferten Hauptdynamo, das Aufladen aller Accumulatorenbatterien mit höherer Spannung besorgt. Hierzu gehören drei Hagener Batterien von je 120 Zellen von ca. 30 Ampère Entladestromstärke, eine Boesesche Hochspannungsbatterie von 480 Zellen à 1.5 Ampère, eine 120zellige Batterie von Gülcher und weitere 360 Zellen von Boese, sowie die Pufferbatterie von Pollak von 120 Zellen und 200 Ampère Entladestromstärke.

Alle Batterien werden in Hintereinanderschaltung von je 120 Zellen aufgeladen.

In einem Seitenraume des Maschinensaals stehen nun noch die Motoren und Wechelstromgeneratoren, die speziell für das Zählerlaboratorium den Strom zu liefern haben, und zwar ist dieses ein 25 PS. Helios-Motor, der direkt gekuppelt ist mit einer Schuckertschen Experimentirmaschine, die Gleichstrom, ein-, zwei- und dreiphasigen Wechselstrom zu entnehmen gestattet. Diese Maschine dient hauptsächlich Versuchszwecken. Auf der anderen Seite des Helios-Motors ist eine Brown-Boveri-Wechselstrommaschine von 100 Ampère bei 120 Volt Primärspannung angekuppelt. Ein genau gleicher Wechselstromgenerator direkt zusammengebaut mit einem 20 PS. Motor derselben Firma vervollständigt diesen Maschinensatz. Beide letzteren Wechselstromgeneratoren arbeiten auf eine gemeinsame Schalttafel, und können hier parallel geschaltet werden, was unter Vermittelung von Phasenindicatoren und Synchronismusanzeigern geschieht. Auch jede der früher erwähnten Wechselstrommaschinen lässt sich ausserdem nöthigenfalls parallel zuschalten.

Die im Maschinen- und Accumulatorenraume erzeugte elektrische Energie wird mittels entsprechender Leitungen durch Oeffnungen direkt in der Decke des Maschinensaals den darüber befindlichen Aichstellen zugeführt und durch Widerstandsregulatoren auf die erforderliche Stromstärke oder Spannung gebracht. Im Aichsaal sind im ganzen 13 verschiedenartige, den daran zu aichenden Instrumenten entsprechend ausgeführte Schaltgerüste aufgestellt, die Normalinstrumente für Gleich- und Wechselstrom tragen und unter denen sich die für die maximale Stromstärke oder Spannung der Aichstellen konstruirten Regulatoren aufbauen.

Sämmtliche Normalinstrumente der verschiedenen Aichstellen werden mehrere Male im Monat mit fest aufgestellten Normalien, die von der Phys.-Techn. Reichsanstalt beglaubigt sind, durch die leitenden Ingenieure auf ihre Richtigkeit geprüft.

Die Aichstellen für Hochspannung befinden sich der grösseren Sicherheit halber in einem von dem Hauptsaale getrennten Abtheil, in den Unbefugte keinen Zutritt haben.

Fig. 4. Dynamo-Maschinen-Saal.

Fig. 5. Accumulatoren-Schalttafel und Transmission im Maschinen-Saal.

Wissenschaftliche Apparate und Präcisionsinstrumente.

Der für die ganze Entwicklung der Firma und die ständige Erweiterung der Fabrikations-Methoden und Objekte als massgebend anzusehende Gesichtspunkt, immer jedem Fortschritt auf dem grossen Gebiet der praktischen Elektrotechnik durch Construktion spezieller möglichst zweckentsprechender Messinstrumente gerecht zu werden, brachte eine sich im Verlauf der Jahre steigernde Arbeitstheilung mit sich. So musste bereits vor ca. zwölf Jahren das bis dahin den allgemeinen Zwecken dienende Laboratorium in zwei besondere Abtheilungen gegliedert werden, deren eine in erster Linie die Aichung, Controlle und weitere Ausarbeitung der aus den Werkstätten kommenden, rein technischen Zwecken dienenden, und bereits damals in grösseren Mengen fabrizirten Instrumente übernahm, während der anderen sowohl die Justirung der Präcisionsinstrumente wie auch die Vornahme aller jener Versuche oblag, welche in Folge der raschen Entwicklung der elektrischen Industrie zur Förderung der Messtechnik und des Messinstrumentenbaues geboten erschienen.

Bei einer Darlegung der Thätigkeit dieser letztgenannten Abtheilung mag darauf hingewiesen werden, dass es sich hier darum handelte, die vielen, vortrefflichen, dem physikalischen Laboratorium entstammenden elektrischen Instrumente und Methoden zu verwerthen und sie den Bedürfnissen der Elektrotechnik anzupassen wie auch darum, neuen Anregungen zu folgen und für neue Aufgaben neue Lösungen zu finden.

Widerstände, Widerstandssätze und Widerstandsmessapparate.

Um mit dem Kapitel Rheostaten zu beginnen, so wurde denselben schon seit den ersten Jahren des Bestehens der Fabrik besondere Beachtung geschenkt. Die prinzipielle Einrichtung schloss sich naturgemäss an die allgemein als zweckmässig anerkannte Siemenssche Type des Stöpselrheostaten an, doch wurde gesucht, durch mehrfache Verbesserungen im Einzelnen den Apparat zu vervollkommnen. So stellte die Firma schon etwa Mitte des vorigen Jahrzehnts Rheostaten her, bei denen jede Widerstandsrolle ihre beiden besonderen Zuleitungen zu den durch Stöpsel zu verbindenden Messingklötzen hatte, so wurden bald darauf Versuche begonnen über die besten Mittel, die durch das Wickeln im Draht erzeugten elastischen Spannungen schnell zu beseitigen, und hierbei im Wesentlichen dieselben Methoden ausgearbeitet, die man jetzt wohl allgemein verwendet, um Widerstände »künstlich zu altern«; auch die für Herstellung hoher möglichst induktions- und kapacitätsfreier Widerstände von Chaperon angegebene Methode fand sofort nach ihrem Bekanntwerden Beachtung und praktische Verwerthung. Nebenher gingen Versuche über das geeignetste Widerstandsmaterial mit zahlreichen Leitungsfähigkeit- und Temperaturcoeffizienten-Bestimmungen; insbesondere wurden die Manganlegirungen, so bald sie in Deutschland auch nur als Guss zu haben waren, zu Drähten verarbeitet und auf Leitungsfähigkeit bei verschiedenen Temperaturen untersucht. Als Resultat aller dieser Versuche ist dann eine bis heute in Geltung befindliche praktische Folgerung anzusehen, welche darauf hinauskommt, für genaueste, nicht

höheren Temperaturen ausgesetzte Widerstände Manganin und für sonstige mehr technischen Zwecken dienende Apparate die als Constantan bekannte Nickelkupferlegirung zu verwenden. Somit dient das Manganin besonders auch zur Herstellung der Präcisionsrheostaten, Widerstandsnormalien und Compensationsapparate, welche letztere beiden Apparate unter Anlehnung an die bewährten Modelle der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ausgeführt werden. In neuester Zeit stellt die Firma jedoch auch Compensationsapparate her von einer besonderen Einrichtung, welche deren praktische Handhabung erheblich erleichtert. Dieselbe besteht im Wesentlichen darin, dass alle vier Widerstandssätze als Kurbelrheostaten ausgebildet sind, von denen zwei eine neuartige Einrichtung erhalten, der zu Folge von dem ganzen stets in Serie geschalteten und also dem Totalwiderstande nach constant bleibenden Rheostatensystem jeder beliebige Betrag an die, Galvanometer und Normalelement enthaltende Abzweigung angeschlossen werden kann. Besondere Berücksichtigung fand auch die Herstellung der Messbrücken und sonstiger zur bequemen Widerstandsbestimmung geeigneter Instrumente. Nachdem schon seit den ersten Jahren des Bestehens der Firma ausser den aus Stöpselrheostaten kombinirten Brücken kleine Universalmessbrücken für Messung mit Gleich- oder Wechselstrom, mit direkter Widerstandsskala am Messdraht nach den Vorschlägen von Professor F. Kohlrausch hergestellt waren, kamen später hinzu Apparate für Messung sehr kleiner und sehr grosser Widerstände, sowie sogenannte Ohmmeter mit direkter Anzeige des gesuchten Widerstandes; alle von dem Gesichtspunkt aus construirt, dem in der Praxis stehenden Elektriker ein möglichst einfach und bequem zu handbabendes, wenig difficiles und ohne weitere Hilfsapparate zu benutzendes Instrument an die Hand zu geben. Vielleicht dient eine kurze Skizzirung des eben angeführten Ohmmeters zur Erläuterung des hier Gesagten. Wie nebenstehendes Schema zeigt, ist im Ohmmeter das Prinzip der Widerstandsmessung mittels Differential-Galvanometer in modificirter Weise zur Anwendung gelangt: Zwei kleine Solenoïde S_1 S_2 sind in dem nicht homogenen Felde eines kräftigen Permanentmagneten drehbar so angeordnet, dass die von ihnen beim Stromdurchgang gelieferten Kraftlinien denen des Magneten parallel gerichtet sind und dass beide von diesen abgestossen werden. Wirken nun ausser den elektromagnetischen weiter keine Drehkräfte auf das bewegliche System, so stellt sich dasselbe so ein, dass beide entgegengesetzten Drehmomente einander das Gleichgewicht halten, d. h. dass für jede Spule das Produkt ihrer Kraftlinien in die, an der betreffenden Stelle vorhandene Feldstärke des Permanentmagneten die nämliche Grösse hat. Da die Stromkreise beider Spulen parallel geschaltet sind, und also für sie dieselbe Spannung in Betracht kommt, so hängt die Einstellung des Systems nur von dem Widerstand beider Stromkreise und der Stärke des an dem betreffenden Ort vorhandenen festen Feldes ab, und man kann, falls der eine Wider-

Fig. 6.

Fig 7.

Thermo-Element mit Milli-Voltmeter.

stand constant ist, ein für alle Mal die Einstellung des Spulenpaares für verschiedene Widerstände des anderen Kreises ermitteln und auf einer Skala festlegen. Die ganze Messung ist unabhängig von der Spannung der Messbatterie und erfordert keine weiteren Manipulationen wie Anlegen der Messbatterie und des zu bestimmenden Widerstandes an die entsprechend bezeichneten Klemmen. Der mit dem beweglichen System verbundene Zeiger giebt dann auf der Instrumentskala direkt den gesuchten Widerstand an.

Temperatur-Messapparate.

Ein auf dem eben beschriebenen Prinzip basirter Widerstandsmesser fand in neuerer Zeit auch Anwendung zur Vervollkommnung einer besonderen Gattung von Apparaten, deren Ausarbeitung die Firma von jeher besonderes Interesse gewidmet hat. Es sind das die elektrischen Temperaturmessapparate, welche auf Veranlassung und unter praktischer Unterstützung des Professors Ferd. Braun in die Fabrikation aufgenommen wurden. Nachdem zunächst ausschliesslich elektrische Widerstandsthermometer sowohl für höhere wie für niedere Temperaturen unter Anwendung hauptsächlich von Platin- und Nickelwiderständen mit Hinzunahme einer modificirten mit direkter Temperaturskala versehenen Wheatstonebrücke hergestellt waren, wurden nach Bekanntwerden der von Le Chatelier mit dem Platin-Platinrhodium-Thermoelement erhaltenen günstigen Resultate für Messung hoher Temperaturen auch Thermoelemente construirt mit Benutzung eines direkt

Temperaturgrade zeigenden aperiodischen Millivoltmeters, während für Controlle niedrigerer Temperaturen das hier empfindlichere Widerstandsthermometer beibehalten blieb, jedoch mit einem ohmmeterartigen Messapparat kombinirt, der ebenfalls mit einer Temperaturskala versehen eine continuirliche und direkte Temperaturcontrolle gestattet.

Fig. 8.

Apparate zur Messung des magnetischen Feldes und zur Eisenprüfung.

Einer Anregung von Professor Lenard folgend übernahm die Firma im Jahre 1889 die Herstellung von Wismuthspiralen aus elektrolytisch gereinigtem Wismuth zu Feldstärkemessungen und weitere Arbeiten auf diesem Gebiet zeigten bald, dass sich mit Benutzung der Wismuthspirale ein verhältnissmässig einfacher und praktischer Apparat zur Untersuchung der magnetischen Eigenschaften des Eisens herstellen lasse. Dieser seit seiner Construktion im Jahre 1891 mehrfach vervollkommnete Apparat ist jetzt so eingerichtet, dass er mit einer besonderen Messbrücke combinirt, mittelst Einstellung zweier Schieber direkt den ein Stück Eisen durchsetzenden Kraftfluss in Linien pro qcm abzulesen gestattet und zwar unter Berücksichtigung der Temperaturcorrectionen, welche nach den neueren Untersuchungen Hendersons bei der Feldmessung mittels Wismuthspirale vorgenommen werden müssen.

Galvanometer.

Einer der ersten in die Fabrikation aufgenommenen Apparate war das Galvanometer in seinen verschiedenen Ausführungsformen als Spiegel- und Zeigergalvanometer und verdankt auch auf diesem Gebiete die Firma mehrere ihrer werthvollsten Modelle dem Interesse, welches Prof. F. Kohlrausch an der Herstellung zweckmässiger Spiegelgalvanometer nahm und praktisch bethätigte. Die Erfahrungen, welche bei der Fabrikation optischer Apparate gesammelt waren, kamen auch dem

Spiegelgalvanometer zu gut, insofern sie die Fabrikation sehr vollkommener Planspiegel und Planparallelgläser erleichterten. Sie ermöglichten auch die sehr schwierige Anfertigung von magnetisirten Stahlspiegeln in hoher Vollkommenheit, wie sie u. a. für das von Kohlrausch angegebene kleine transportabele Spiegelgalvanometer erforderlich sind. Galvanometer mit Glockenmagnet wurden in mehreren Ausführungsformen hergestellt, mit aperiodischer Kupferdämpfung versehen und auf Anregung des Prof. F. Braun mit einem ringförmigen Schirme aus weichem Eisen ausgerüstet. Versuche zur Beseitigung der Störungen, die in Folge der unvermeidlichen Polarisirung des Eisenringes auftraten, führten dahin, statt eines Eisenringes zwei solche von halber Breite aufeinander so zu legen, dass bei auftretender Polarität durch Drehung des einen gegen den anderen die Störung beseitigt werden kann. — Von anderen Galvanometertypen sei zunächst noch ein astatisches Instrument mit kurzen leicht auswechselbaren röhrenförmigen Magneten, das auch als ballistisches benutzbar ist, erwähnt, sowie eine aus den achtziger Jahren herrührende astatische Construktion, welcher bezüglich des Nadelpaares dasselbe Prinzip zu Grunde liegt, wie dem vor einigen Jahren in französischen Fachblättern beschriebenen Weiss'schen Galvanometer. Das hier benutzte astatische System besteht aus zwei vertikal angeordneten Magneten, deren Lage parallel zur Drehachse ist, und bietet den Vortheil, dass auch unter Anwendung von Stäben von nicht ganz gleichem magnetischen Moment eine hohe Astasie erzielt wird. Statt zweier Magnetstäbe werden auch zwei Gruppen von solchen in entsprechender Anordnung benutzt oder zwei übereinanderliegende Paare mit gleichen Polen in der Mitte. Die mit derartigen Systemen ausgerüsteten Galvanometer, die noch eine veränderliche Kupferdämpfung und eine Quarzfadensuspension eigener Herstellung haben, gehören zu den empfindlichsten, welche die Firma fabricirt.

Fig. 9.

Der neuerdings vielfach ausgesprochenen Forderung nach störungsfreien Instrumenten, welche nicht durch Aussenfelder beeinflusst werden, wurde einmal durch Eintreten in die Construktion einer neuen Galvanometertype mit flachen, in einem kräftigen, jedoch inhomogenen Felde schwingenden Spulen entsprochen und dann durch Vervollkommnung des altbekannten meist als Deprez und d'Arsonval-Galvanometer bezeichneten Instrumentes. Schon seit der ersten Hälfte des vorigen Jahrzehnts datirt die Herstellung letztgenannter Galvanometer, die inzwischen nach allen Seiten hin vervollkommnet und verbessert wurden. Zunächst wurde die Fabrikation der Zeiger- und Spiegelinstrumente mit an Draht oder Cocon aufgehängter beweglicher Spule aufgenommen und dabei besonders die Erzeugung eines starken homogenen permanenten Feldes durch zweckmässigen Aufbau des bezüglichen magnetischen Magazins erstrebt und erreicht. Dann aber trat anfangs des jetzigen Jahrzehnts die Firma auch in die Fabrikation von Strom- und Spannungsmessern nach demselben Prinzip mit in Steinen gelagerter Spulenachse, während

gleichzeitig an der Vervollkommnung der erstgenannten Instrumentgattung fortwährend gearbeitet wurde. Es fanden Versuche statt über die beste Art der Stromzuführung in die bewegliche Spule, die als Resultat die Anwendung schmaler Blattsilberstreifen hatten; die günstigste Form der Suspension wurde ermittelt; eine in weiten Grenzen bequem variable Dämpfungseinrichtung eingeführt, die es ermöglichte dasselbe Instrument als ballistisches und zwar mit leicht veränderlicher Schwingungsdauer oder als aperiodisches zu benutzen. Gleichzeitig konnte die Empfindlichkeit so gesteigert werden, dass die neueren derartigen Galvanometer in dieser Hinsicht guten astatischen Instrumenten völlig gleichwerthig sind.

Präcisions-Strom- und Spannungsmesser.

Auch die Ausarbeitung der Strom- und Spannungsmesser, welche von der Firma unter der jetzt allgemein adoptirten Bezeichnung »Präcisions-Instrumente« eingeführt wurden, bedingte eine ganze Reihe von Specialuntersuchungen, so über das geeignetste Material für die Torsionsfedern, über die Herstellung und Untersuchung constanter permanenter Magnete, über die beste mechanische Construktion eines absolut homogenen Feldes, über die Anwendung von Instrumentgehäusen aus magnetischem Material und dergl. mehr, Versuche die zur Zeit alle bis zu einem gewissen Grade zum Abschluss gebracht sind und es der Firma ermöglichen jetzt diese Gattung elektrotechnischer Präcisionsinstrumente in ca. zehn verschiedenen Ausführungsformen auf den Markt zu bringen.

Fig. 10.

F. 11.

Elektrodynamometer und Wattmeter.

An rein elektrodynamischen Instrumenten wurde seit den ersten Jahren des Bestehens der Firma das von Professor F. Kohlrausch angegebene Spiegelelektrodynamometer hergestellt, welches besonders zur Widerstandsmessung von Elektrolyten mittels Wechselstrom weite Verbreitung gefunden hat. Später machte

es jedoch das rasche Aufblühen der Wechselstrom-Technik wünschenswerth, auch einen zu Strom- und besonders zu Arbeitsmessungen in der Praxis geeigneten derartigen Apparat zu construiren. So entstanden auf Grund eingehender Versuche für die Technik bestimmte Elektrodynamometer und Wattmeter mit direkter Ablesung der betreffenden Maassgrösse und, zwar basirt auf dem Prinzip der Einziehung, welche zwei conaxiale Solenoïde auf einander ausüben. Das feste Solenoïd, schwach konisch ausgebildet, ist kreisbogenförmig gekrümmt und wirkt auf ein bewegliches Doppelsystem aus zwei Spulen gebildet, die so angeordnet und geschaltet sind, dass sich gleichzeitig die eine vom Anfang bis zur Mitte, die andere von der Mitte bis zum Ende des festen Solenoïdes bewegen. (Fig. 12.) So wurde ein Apparat von nahezu constanter Empfindlichkeit über den ganzen Bereich der Skala geschaffen, der in zwei verschiedenen Formen für Messung schwacher Ströme mit Suspension und zur Controlle stärkerer Strom- und Arbeitsgrössen mit in Steinen gelagerten Achsen zur Ausführung kommt. Die praktische Brauchbarkeit dieser Instrumente wurde wesentlich dadurch erhöht, dass es gelang, für das erstere eine magnetische Dämpfung derart zu construiren, dass der in die Form einer dicken Eisenscheibe gebrachte Anker des festen Dämpfungsmagneten einen magnetischen Schirm für das darüber liegende bewegliche Spulensystem bildet, während das zweite mit einer Luftdämpfung von fast aperiodischer Wirkung versehen werden konnte.

Fig. 12.

Den letztverflossenen Jahren angehörende Versuche führten schliesslich noch zur Herstellung eines astatischen Wattmeters oder Elektrodynamometers auf wesentlich anderer constructiver Grundlage, bei welchem das sehr einfache wirksame System durch ein geneigtes festes Solenoïd und ein darüber befindliches drehbares astatisches Spulenpaar mit parallel der Drehachse verlaufenden Kraftlinien gebildet wird. Auch diese neuen astatischen Instrumente werden in den beiden eben beschriebenen Ausführungsformen und unter Benutzung der bei dem Doppelsoïlenodinstrument gesammelten Erfahrungen hergestellt. Alle diese speciell für Wechselstrommessungen bestimmten Instrumente zeichnen sich durch gleichförmige Skala, gute Dämpfung, grosse Empfindlichkeit, Unabhängigkeit von der Wechselzahl und, soweit es Wattmeter sind, durch Genauigkeit der Anzeige auch bei starker Phasenverschiebung im Hauptstromkreise aus.

Fig. 13.

Technische Messinstrumente.

Elektromagnetische Messinstrumente.

Bekanntlich sind die Wirkungen eines Solenoïds oder einer Spule auf in ihnen angebrachtes weiches Eisen nicht nur abhängig von der Stärke des Stromes, sondern auch von der Anzahl der Windungen, und zwar sind sie diesen beiden Grössen direkt proportional, d. h. die Einwirkungen des Solenoïds auf das weiche Eisen sind um so grösser, je grösser die Stromstärke ist und auch um so grösser, je grösser die Windungszahl ist. Man kann also durch einen schwachen Strom dieselben Wirkungen erzielen, wenn man eine Spule von sehr vielen Windungen benutzt, wie durch einen starken Strom, der in einer Spule von nur wenig Windungen fliesst. Daraus folgt nun, dass die verschiedenen Strommesser ein und derselben Type sich nur durch die Windungszahlen ihrer Spulen von einander unterscheiden können und dass die Spannungsmesser, die im Grunde genommen ja nur Strommesser für ganz schwache Ströme sind, die aber einen constanten von der Temperatur unabhängigen Widerstand haben, in ihrer Wirkungsweise ganz auf diejenige der Strommesser zurückzuführen sind. Bei einer Betrachtung der elektromagnetischen Messinstrumente kann man also sowohl die Strom- und Spannungsmesser zusammen fassen, als auch eine Unterscheidung der einzelnen Messbereiche ausser Acht lassen, da dies nur von Einfluss auf die allgemeine Anordnung der Instrumente ist, mit ihrer Wirkungsweise aber nichts zu thun hat.

Die elektromagnetischen Messinstrumente der Firma zerfallen nun in zwei Gruppen, nämlich in solche, bei denen ein Eisenkern in eine Spule hineingezogen wird, und in solche, bei denen eine Anziehung oder Abstossung von durch die Spule magnetisirten Eisentheilen stattfindet.

Die Instrumente der ersten Gruppe sind entstanden aus dem, nach dem Prinzip der Federwaage construirten Kohlrausch'schen Federgalvanometer. Ein an einer Spiralfeder aufgehängter Hohlcylinder aus weichem Eisen taucht mit seinem untern Ende in die vom Strom durchflossene Spule und wird um so weiter in dieselbe hineingezogen, je grösser der durch die Spule fliessende Strom ist. Am oberen Ende des Cylinders ist ein Zeiger befestigt, der sich vor einer seitlich angebrachten Skala bewegt und so eine Ablesung der Stärke des Stromes zu machen gestattet. Da sich nun jede Spiralfeder beim Auseinanderziehen auch gleichzeitig aufdreht, so würde mit dem Einziehen des Eisenkerns in die Spule auch eine Drehung des Kerns und des Zeigers verbunden sein. Um dies zu vermeiden wird eine doppelt gewundene Spiralfeder angewendet, welche in der Mitte einen Umkehrpunkt hat; um wieviel sich dann die eine Hälfte nach rechts aufdreht, um ebensoviel dreht sich die andere Hälfte nach links auf und es findet mithin keine Drehung des Kerns und des Zeigers statt. Ein von unten in die Eisenröhre hineinragender Messingcylinder, der sich dicht an die Wandungen des Eisenkerns anschliesst, ertheilt dem Instrument eine starke Luftdämpfung, die es nahezu aperiodisch macht. Durch passende Ausschnitte oder Einschnitte im Eisencylinder ist es möglich, eine fast proportionale Skala zu erhalten, wie man sie für Strommessungen ge-

braucht, oder der Skala möglichst grosse Intervalle an der Gebrauchsstelle zu geben, wie solches gewöhnlich für Spannungsmesser wünschenswerth ist.

In unveränderter Form wird das alte Kohlrausch'sche Federgalvanometer hauptsächlich nur noch in einer kleineren Type ausgeführt. Auch die von der Firma gebauten Registrir-Instrumente haben als elektrisches Messgeräth ein Federgalvanometer nach Kohlrausch, jedoch hat hierbei der Eisenkern eine be-

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 16.

deutende Veränderung erfahren. Da mit dem Zeiger dieser Instrumente direkt die Schreibvorrichtung verbunden ist, so war es nothwendig, recht grosse wirksame Kräfte anzuwenden, indem man möglichst viel Eisen auf den Kern brachte. Um nun aber trotz der verhältnissmässig grossen Eisenmenge, die verwendet ist, doch geringe Remanenz zu erhalten, ist der Eisenkern vielfach untertheilt, indem besonders geformtes weiches Eisenblech zur Anwendung kommt, das durch einen vertikalen und viele horizontale Schnitte in einzelne Theile zerlegt ist, die zu Ringen gewickelt und in einer zweifachen Lage übereinander greifender Ringe auf ein Aluminiumrohr aufgeschoben sind. Eine Dämpfung wie beim alten Federgalvanometer lässt sich hier nicht anwenden, doch stellt sich das Instrument schon so wie so schnell ein und nur da, wo man sehr schwankende Betriebe hat, ist es nothwendig, an dem Instrument eine besondere Dämpfung anzubringen, indem man das

Aluminiumrohr, auf welches der Eisenkern aufgewickelt ist, nach unten aus der Spule austreten lässt und an seinem unteren Ende mit einem beiderseits offenen und in der Mitte durch eine Scheibe abgedichteten Aluminiumcylinder versieht, der mit geringem Zwischenraum in einem nach unten luftdicht abgeschlossenen Messingcylinder spielt.

Durch die lange, gestreckte Form eignen sich die ursprünglichen Kohlrausch'schen Federgalvanometer mit ihrer geradlinigen Führung des Zeigers vorzüglich zu Registrir-Instrumenten, da man hier die Diagramme in rechtwinkligen cartesischen Koordinaten aufgezeichnet erhält. Jedoch als einfache Strom- und Spannungsmesser benutzt, haben sie den Nachtheil, dass sie nur eine verhältnissmässig kleine, nicht weithin sichtbare Skala besitzen, und dass sie in ihrer Form nicht gut zu den allmählich gebräuchlich gewordenen, runden Schalttafelinstrumenten passen. Die letzteren bilden wegen ihrer gefälligen Form bei sauberer, mechanischer Ausführung immer die Zierde einer jeden Schalttafel und haben den gewöhnlichen Federgalvanometern gegenüber den Vortheil, dass man bei ihnen die Möglichkeit hat für eine gute Ausbildung der Skala, des einzigen Theils, der ja bei Benutzung des Instruments in Betracht kommt, sorgen zu können. Die runde Form des Instruments bringt es mit sich, dass man den Zeiger am zweckmässigsten eine Kreisbewegung machen lässt und hat dann gleichzeitig den Vortheil, dass bei Anwendung einer passenden Uebertragung nur eine geringe lineare Bewegung des Eisenkerns erforderlich ist. Man kann also auch eine viel kürzere Spule benutzen und wenn schliesslich noch die Suspensionsfeder durch eine Torsionsfeder ersetzt wird, so kommt man zu der jetzigen Form des Instruments, die dasselbe nach manchen Wandlungen angenommen hat.

Fig 17.

Fig 18.

An einer horizontalen in Achatsteinen gelagerten Achse sind die Torsionsfeder, der Zeiger und ein kleiner Hebelarm befestigt, welcher an seinem äussersten Ende eine fein polirte Oese zur Aufnahme der Kernstange trägt. Die letztere erhält an ihrem oberen Ende durch eine dünne Blattfeder die Führung. Auf diese Kernstange ist der aus weichem Eisenblech bestehende Kern aufgerollt, der je nach dem Zweck des Instruments eine bestimmte Form hat. Diese Kernformen, welche empirisch ermittelt werden, sind maassgebend für die Gestalt der Skala. Damit die Spiralfeder beim Aufdrehen oder Zudrehen keine Verlängerung oder Verkürzung erleidet, und damit nicht die Achse in Folge dessen einen seitlichen Druck auf das eine oder andere Steinlager ausübt, ist auch hier wieder eine doppelt gewundene Spiralfeder angewendet.

Fig. 19.

Man kann bei diesen Instrumenten auch die Anordnung so treffen, dass der Eisenkern von unten in die Spule eingezogen wird. Dies hat den Vortheil, dass die Achse des Instruments entlastet ist, weil sie nicht den Kern zu tragen braucht, jedoch lässt sich bei dieser Anordnung ein gewisser todter Gang der Kernstange in der Oese nicht vermeiden.

Diese Instrumente erhalten keine besondere Dämpfung, weil sie sich in Folge der vorhandenen grossen Richtkräfte schon ohnehin beinahe aperiodisch einstellen. Es kann allerdings vorkommen, dass die Schwingungszahl des Zeigers mit der Tourenzahl der Antriebsmaschine in einem harmonischen Verhältniss steht, und dass dann der Zeiger des Instruments überhaupt nicht zur Ruhe kommt, sondern unter Umständen fast über die ganze Skala schwingt.

Als Signalvoltmeter ausgebildet erhält das Instrument an der Achse noch einen zweiarmigen Hebel, an dessen Enden Contaktfedern mit Platinplättchen angebracht sind, die sich an verstellbare Contaktschrauben anlegen können. Es ist dann möglich, jederzeit die Lage von Maximal- und Minimalcontakt in gewissen Grenzen zu variiren, und, da das Instrument selbst mit Zeiger und Skala versehen ist, ohne weitere Hilfsmittel die Contaktvorrichtung zu reguliren. Das optische Signal befindet sich im Instrumentengehäuse, während das akustische Signal, eine gewöhnliche Weckerglocke, getrennt angebracht wird.

Fig. 20.

Auch die Contaktvoltmeter sind Instrumente, bei denen ein Eisenkern in die Spule hineingezogen wird. Es wird auch hier ein aufgerollter Kern aus weichem Eisen benutzt, doch ist seine Lage nicht vertikal, sondern horizontal. Das eine Ende des Kernes hängt an einer dünnen Blattfeder, während das

andere Ende mit dem einen Arm eines Winkelhebels in Verbindung steht, dessen anderer Arm eine Contaktscheibe trägt, die zwischen zwei Anschlägen spielt. Diese Anordnung hat den Vortheil, dass das Instrument unempfindlicher gegen Erschütterungen am Schaltbrett wird, und dass man bequem zugängliche und leicht auswechselbare Contaktscheiben und Anschläge anwenden kann.

Auf die Bequemlichkeit in der Manipulation der letzteren, die ja von den an subtile Arbeiten nicht gewöhnten Hände des Maschinisten ausgeführt werden muss, ist besonderes Gewicht gelegt worden.

Der horizontale Arm des Winkelhebels trägt ein verschiebbares Laufgewicht, welches das Instrument für verschiedene Normalspannungen einzureguliren gestattet, während man durch Verstellen der Anschläge die Grenzen zwischen Maximal- und Minimalcontakt verändern kann.

Nicht lange nach dem Entstehen des Kohlrausch'schen Federgalvanometers ist bei der Construktion elektrischer Strom- und Spannungsmesser ein anderes Princip zur Anwendung gekommen, demzufolge die bewegende Kraft, welche zwei durch das nämliche Solenoid magnetisirte Eisenmassen, deren eine fest, die andere beweglich angeordnet ist, auf einander ausüben, zur Messung der bezüglichen elektrischen Grössen benutzt wird. Man hat es hierbei in der Hand die festen Eisenmassen so anzuordnen, dass eine Anziehung oder Abstossung des beweglichen Theiles stattfindet, oder dass man gleichzeitig beide Wirkungen benutzt (Fig. 30). Der bewegliche Kern ist in der Regel ein Halbcylinder aus weichem Eisen, während die festen Kerne Cylindersegmente von verschiedener Form sind. Sowohl durch die Form als auch durch die Anordnung der festen Eisenkerne ist man im Stande auf die Form der Skala einzuwirken. Die festen Kerne sind ausserdem so angeordnet, dass keine seitliche Anziehung des beweglichen Kernes stattfindet und somit kein seitlicher Druck der Achse auf einen der Lagersteine ausgeübt wird.

Fig. 21.

Da man bei der vorliegenden Ausführung der Messinstrumente nur eine sehr kleine Eisenmasse im Innern der Spule hat, die ausserdem noch so angeordnet ist, dass sie bei verhältnissmässig grossem Querschnitt eine möglichst kurze magnetische Achse besitzt, so hat man dadurch den doppelten Vortheil erreicht, nämlich, dass einestheils die störenden Wirkungen des remanenten Magnetismus auf ein Minimum reduzirt, und dass anderntheils die Instrumente für Gleichstrom und Wechselstrom zu gebrauchen sind.

Für Hochspannungsanlagen werden diese Instrumente mit besonders guter Isolation ausgeführt, indem statt der Messing-Grundplatte eine solche aus Ebonit Verwendung findet und statt des Messingmantels ebenfalls ein Mantel aus Ebonit benutzt wird. Sowohl der Metallring, welcher die Grundplatte einfasst und zur Verbindung derselben mit dem Mantel dient, als auch der obere Metallring, der die Glasscheibe an den Mantel presst, sind von denjenigen Metalltheilen, die mit der Hochspannungsleitung in Verbindung stehen, hinreichend durch Ebonit- oder Luftisolation getrennt, sodass ein eingeschaltetes Instrument ohne Lebensgefahr angefasst werden kann. Diese Isolation ist nicht nur bei den Spannungsmessern ausgeführt, wo die Verwendung für hohe Spannung auf der Skala selbst angegeben ist und als Warnungszeichen dienen kann, sondern auch bei den Ampèremetern, wo die Gefahr ja weit grösser ist, weil selbst ein stromloses Instrument immer noch an einem Pol der Hochspannungsleitung liegen kann.

Fig. 22.

Der Zeiger des Instruments ist nicht aus Metall, sondern aus einem Isolationsmaterial hergestellt, damit die bei hoher Spannung möglichen statischen Einwirkungen vom Mantel und Skala auf den Zeiger nicht auftreten und zu fehlerhaften Angaben des Instruments Veranlassung geben können.

Die Anschlüsse dieser Instrumente werden durch cylindrische Bolzen bewerkstelligt, die von der Grundplatte des Instruments direkt durch die Schalttafel hindurchführen, sodass sie also durch das Instrument ganz verdeckt sind und nicht angefasst werden können.

In neuester Zeit führt die Firma nach dem oben beschriebenen Princip auch Instrumente für Strom und Spannungsmessungen aus, bei denen alles bis auf die

Fig. 24. ($^1/_4$ nat. Gr.)

Fig. 23. ($^1/_4$ nat. Gr.)

Skala von einer undurchsichtigen Schutzkappe verdeckt ist. Es ist dann nicht nothwendig alle Theile, sondern nur diejenigen, auf die es ankommt, vollendet zu

bearbeiten. Natürlich kommen auch hier nur Achsen mit fein polirten Stahlspitzen zur Anwendung, die in Achatsteinen gelagert sind. Die Schutzkappen sowie die Grundplatten der Instrumente sind aus Gusseisen hergestellt. Dadurch sind diese Instrumente allseitig von einer Hülle umgeben, die ihnen gegen äussere Beeinflussungen, wie solche von benachbarten Starkstromleitungen, Dynamos etc. hervorgerufen werden können, Schutz bietet. (Fig. 23 und 24).

Schliesslich sei noch bezüglich der Ausführung der elektromagnetischen Strommesser bemerkt, dass dieselben sowohl zum Anschluss an Leitungen, die vor den Schalttafeln liegen, eingerichtet werden, als auch zum Anschluss an Leitungen hinter der Schalttafel. Für den letzteren Fall kommen cylindrische Bolzen zur Verwendung die den vom Verband Deutscher Elektrotechniker vorgeschriebenen Querschnitt haben.

Bei den Hochspannungsinstrumenten ist, wie schon gesagt, nur dieser hintere Anschluss vorgesehen, während die Instrumente im Eisengehäuse so eingerichtet sind, dass jedes Instrument für beide Anschlussarten zu gebrauchen ist, je nachdem man dem Instrument Anschlussschienen oder Anschlussbolzen mitgiebt.

Hitzdraht-Instrumente.

Die Vortheile, welche die Erwärmung durch den elektrischen Strom in einem Draht von passendem Widerstand zur Construktion von Messapparaten bietet, sind in den von der Firma seit mehreren Jahren mit grossem Erfolg in Fabrikation genommenen Hitzdrahtinstrumenten zu Nutze gemacht worden. Da der Betrag an Wärme, welcher pro Zeiteinheit in einem Draht entwickelt wird, für alle Stromarten, Gleich-, intermittirenden und Wechsel-Strom von beliebiger Gestalt und Periodenzahl, für ein und dieselbe Stromstärke derselbe ist, so müssen auch die von der Drahterwärmung abhängigen Angaben trotz des verschiedenen Charakters des Stromes gleich ausfallen. Ein weiterer Vortheil dieser Apparate ist der, von äussern Magnetfeldern unbeeinflusst zu sein, da sie keine Solenoïde besitzen, zu deren Magnetfeld äussere Kraftlinien verstärkend oder schwächend hinzutreten können. In dem Instrument der Firma ist bekanntlich ein kurzer Platinsilberdraht, von dessen Mitte aus ein dünner Uebertragungsdraht von ca 10 cm Länge in senkrechter Richtung zu demselben gespannt ist, an beiden Enden festgeklemmt. An der Mitte dieses Uebertragungsdrahtes ist ein Coconfaden befestigt, der, um die Zeigerachse geschlungen, nach der das ganze System spannenden Feder führt (Fig. 15). Wird nun in dem Hitzdraht in Folge der Erwärmung und Verlängerung durch den Strom eine Durchbiegung erzielt, so entsteht auch gleichzeitig eine solche und zwar wesentlich vergrösserte in dem senkrecht zum Hitzdraht gespannten Faden, die unter Drehung der Zeigerachse auf diese über-

Fig. 25.

tragen wird. Es wird also mittels dieses einzigen Fadens die Empfindlichkeit des sonst nur auf Durchbiegung beruhenden Apparates bedeutend erhöht, wodurch der Energieverbrauch relativ klein wird. Die oft lästigen Schwankungen des Zeigers, wie sie andere Apparate desselben Prinzipes aufweisen, sind, soweit dieselben von Luftströmungen im Apparat selbst herrühren können, durch Ueberdachung des Hitzdrahtes vollständig ausgeshlossen; solche die den äusseren Stromschwankungen entsprechen, werden in Folge einer kräftigen Magnetdämpfung unter vollkommener Aperiodicität der Zeigereinstellung angezeigt. Dadurch, dass bei den nach dieser Construktion ausgeführten Ampèremetern ein verhältnissmässig dicker Hitzdraht zur Anwendung kommt, dessen Temperaturschwankungen sich nicht so schnell vollziehen können, nimmt der Zeiger hier eine der mittleren Stromstärke entsprechende Lage ein, was besonders bei Betrieben mit stossweise auftretenden Stromänderungen von hohem Werth ist.

Ein sehr schätzenswerther Vortheil für die Justirung ist der sich ohne Weiteres von selbst derart ergebende Verlauf der Skalen, wie er für Volt- und Ampèremeter am zweckmässigsten ist, und zwar mit grossen Intervallen an der Gebrauchsstelle resp. gleichmässigem Verlauf über die ganze Skala.

Dass die Instrumente allen Anforderungen, die an ein technisches Messgeräth zu stellen sind, in höherem Maasse als andere genügen, geht wohl daraus hervor, dass dieselben zur Beglaubigung von Seiten der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zugelassen werden.

Um richtige Angaben zu erhalten, ist es nothwendig, dass der Zeiger als Nulllage diejenige einnimmt, in welcher der Hitzdraht die ihm ursprünglich gegebene Spannung hat. Ist dies nicht der Fall, so kann derselbe mittels einer Correktionsschraube, die verschiebend auf den einen Befestigungspunkt des Drahtes wirkt, ohne Einfluss auf die Aichung dahin zurückgeführt werden. Derartige Null-Aenderungen können auf dem Transport auftreten, oder auch bei zu starker Beanspruchung des Hitzdrahtes.

Die Regulirung der Nulllage darf erst vorgenommen werden, wenn das Instrument einige Zeit auf möglichst gleichmässiger Temperatur war, da trotz der Gleichheit der Ausdehnungscoefficienten des Drahtes und der Bodenplatte infolge der Ungleichheit der Massen derselben ein verschieden schnelles Folgen mit der Aussentemperatur stattfindet, und eine zweite Regulirung nach erfolgtem thermischen Gleichgewichtszustand trotzdem nothwendig würde.

Fig 26.

Der Messdraht für Voltmeter benöthigt für seinen Endausschlag eine Stromstärke von 0,2 Amp. bei einer Spannung von ca. 3 Volt. Für höhere Spannungen wird ein Zusatzwiderstand, aus Constantandraht bestehend, vorgeschaltet, der bis zu 400 Volt im Innern des Instrumentes untergebracht ist und über 400 bis zu mehreren tausend Volt in separatem gut ventilirtem Gehäuse beigegeben wird.

Dieser Spannungsverlust von ca. 3 Volt ist für Strommessungen unzulässig und es muss deshalb wie oben erwähnt, ein dickerer Draht mit geringerem Spannungs-

verlust in Anwendung kommen. Durch Theilung dieses Drahtes in 2 oder 4 Stücke (Fig. 26 u. 27), die parallel vom Strom durchflossen werden, erhält man die Hälfte oder den vierten Theil der Spannung und die doppelte bez. vierfache Stromstärke. Auf diese Art gelangt man zu Stromstärken von ca. 4—5 Amp. bei ca. 0,25 Volt Verlust.

Fig 27.

Da sich der Draht auf seine ganze Länge durchbiegt, so muss die Stromzuleitung zu demselben durch leicht flexible Verbindungen, am besten durch Silberbänder, geschehen. Für höhere Stromstärken bis zu mehreren tausend Ampère wird der Messdraht an einen Nebenschluss aus Constantanblech gelegt (Fig. 28), der bis 100 Ampère im Gehäuse des Instruments Platz findet, darüber hinaus hingegen ausserhalb desselben auch in grösserer Entfernung in die Leitung montirt, durch relativ dünne Drähte anzuschliessen ist.

Fig. 28.

Die Hitzdrahtapparate haben im Vergleich zu den Instrumenten anderen Prinzips einen etwas höheren Effektverlust, der aber kaum in Frage kommt, wenn man bedenkt, um welche Beträge mitunter Ströme über ihren normalen Werth steigen zum Nachtheil der angeschlossenen Lampen infolge fehlerhafter Angaben der Voltmeter, sei es durch deren Abhängigkeit von der Wechselzahl und Stromcurve oder durch äussere magnetische Beeinflussung, von denen die Hitzdrahtinstrumente nicht betroffen werden.

Das für das Voltmeter Gesagte gilt ohne Weiteres auch für das Ampèremeter da sich ja beide nur durch die Stärke der Messdrähte und die zugehörige Schaltung unterscheiden und alle sonstigen Eigenschaften gemein haben müssen.

Auch bei der Verwendung in Hochspannungskreisen, wo ein besonderer Werth auf gute Isolation zu legen ist, damit beim Berühren eines Instrumentes keine Lebensgefahr eintreten kann, wird man diejenigen Theile vom Gehäuse trennen, die nicht nothwendig darin verbleiben müssen. Das wirksame System wird für diesen Zweck auf eine Hartgummiplatte montirt und das Ganze mit einem Hartgummimantel umgeben. Der Anschluss erfolgt hier ebenfalls mittels Bolzen, die durch die Schalttafel gehen, sodass von aussen kein stromführender Theil zugänglich wird.

Statische Voltmeter.

Die bei den elektromagnetischen Hochspannungs-Instrumenten störend wirkenden statischen Kräfte kann man zur Construktion von Voltmetern für höhere Spannungen mit Vortheil benutzen und giebt man mit Recht diesem äusserst einfachen Instrumente, dessen Anordnung der aufeinander wirkenden Theile eine gute Isolation ohne

Weiteres mit sich bringt, den Vorzug. Die Angaben haben ebenfalls für Gleich- und Wechselstrom Gültigkeit, und es findet kein Stromverbrauch statt. Das ganze System besteht aus einer biscuitförmigen Nadel, die sich innerhalb eines entgegengesetzt geladenen Ringes mit entsprechend gebogenen Ansätzen befindet, denen sie sich bei Drehung immer mehr nähert, sodass eine Capacitätsvergrösserung stattfindet. Da die Kräfte in derartigen Apparaten relativ kleine sind, so ist für gute Lagerung der Achse in Steinen Sorge zu tragen. Durch die Steinlagerung wird die Nadel von dem mit einem Pol in Verbindung stehenden Lagerbock isolirt; es muss ihr deshalb durch ein leicht biegsames Glied die elektrische Ladung zugeführt werden. Dieses geschieht am Besten mittels einer wenig gegliederten Kette aus dünnem Draht, in der also keine elastischen Kräfte, die verkleinernd auf den Zeigerausschlag wirken würden, auftreten können.

Fig. 29.

Für hohe Spannungen, 10—15000 Volt, ist der entgegengesetzt wie die Nadel geladene Ring ganz in Hartgummi eingebettet, so dass ein Funkenübergang nicht auftreten kann. Bei Instrumenten unter 10000 Volt ist zwischen Ring und Nadel resp. Lagerbock eine besondere Funkenentziehvorrichtung vorgesehen, deren Contakte eine geringere Entfernung besitzen als die kleinste zwischen Nadel und Ring vorkommende. Es hat dies den Zweck, bei zu hohen Spannungen, die ausserhalb des vorgesehenen Messbereiches liegen, die Funken von der Nadel fern zu halten und alle auf jene Stelle zu concentriren. Damit nun die Funken keine zu grossen Elektrizitätsmengen führen, die eine zerstörende Wirkung haben könnten, wird in der Messleitung noch eine doppelpolige Sicherung eingeschaltet, welche aus zwei mit einer Flüssigkeit gefüllten Röhren — die also einen sehr hohen Widerstand repräsentiren — in verschlossenem Gehäuse besteht. Die Schaltung innerhalb des Gehäuses ist derart, dass eine beträchtliche Stromschwächung stattfindet.

Die wirksamen Theile sind gleichfalls auf einer Hartgummiplatte montirt, die um den die Nadel tragenden Lagerbock herum etwas vertieft und mit Paraffin ausgegossen ist, da die Hartgummifläche keine dauernd gute Isolation bietet und mit der Zeit Funkenübergänge auf viel grössere Entfernungen zulässt, als zwischen Nadel und Ring bestehen. Um die Nadel gegen störende äussere Einflüsse zu schützen, ist es nothwendig, dass das Gehäuse aus Metall besteht und mit einem Pol in Verbindung kommt. Das ganze wird alsdann mit einem Glasmantel als Schutzgehäuse umgeben, so dass eine Berührung ausgeschlossen bleibt. Der Anschluss an die Leitung findet hinter der Schalttafel wie bei allen anderen Instrumenten für Hochspannung statt.

Die auf dem elektrostatischen Prinzip beruhenden Voltmeter finden aber nicht nur in Hochspannungsanlagen Verwendung, sondern auch bei Niederspannungs-

kreisen, und zwar mit besonderem Vortheil in denjenigen Fällen, wo es sich um Messung der Spannung eines entfernt gelegenen Punktes handelt. Da das Instrument keinen Stromverbrauch hat, so kann auch kein Spannungsverlust in der Messleitung auftreten, um welchen die Messung stets zu klein ausfallen würde; die Angaben entsprechen also der thatsächlich vorhandenen Spannung. Für die hier vorkommenden Spannungen 60 und 110 Volt sind die elektrostatischen Kräfte von so geringem Betrag, dass man, um ein brauchbares Instrument zu erhalten, eine Reihe einzelner Systeme zusammenwirken lassen muss. Die biscuitförmigen Nadeln dieser »Multicellular-Voltmeter«, die alle auf der an feinem Draht vertical aufgehängten Achse befestigt sind, werden von einer gleichpoligen Platte abgestossen und andererseits wieder von parallelen zwischen die Nadeln greifenden Flächen mit entsprechender Form angezogen. Die Skala hat den für Voltmeter zweckmässigsten Verlauf mit grossen, ziemlich gleichmässigen Theilen an der Gebrauchsstelle. Die Form des Gehäuses ist der, bei den übrigen Schalttafelinstrumenten gebräuchlichen möglichst angepasst.

Wechselstrom-Elektrizitätszähler.

Von dem Gesichtspunkt ausgehend, einen möglichst zuverlässigen, einfachen und soliden Apparat in den Handel zu bringen, schloss die Firma Zählertypen, bei welchen Uhrwerke oder andere empfindliche mechanische Hülfsmittel zur Anwendung kommen mussten, von vornherein von der engeren Wahl für das dem Zähler zu Grunde zu legende Prinzip aus und richtete ihr Augenmerk nur auf die sogenannten Motorzähler, weil diese in Bezug auf Betriebssicherheit und Dauerhaftigkeit die besten Garantien zu bieten schienen. Auch hier wurde wieder nach längeren eingehenden Untersuchungen von derjenigen Type, bei welcher dem rotirenden Theil des Motors durch Schleifbürsten oder irgend eine andere Vorrichtung Strom zugeführt werden muss, wegen mancher hierdurch hervorgerufenen Uebelstände abgesehen, und die auf einen metallenen Rotationskörper ausgeübte Drehkraft des von Ferraris beschriebenen Drehfeldes zur Construktion des Zählers verwendet.

Es genügte, zunächst eine Construktion zu finden, welche den elektrischen Energieverbrauch nur bei constanter Spannung und bei induktionsloser Belastung anzeigt und, da jener unter diesen Verhältnissen einfach proportional ist dem Produkt aus einer constanten Grösse (Spannung) und dem Strom, so war die Bedingungsgleichung für die Geschwindigkeit des Zählermotors gegeben durch

$$v = C . J,$$

in welcher Gleichung C eine Constante und J den Verbrauchsstrom darstellen.

Es lässt sich nun theoretisch zeigen, dass die Gleichung mit dem ausgewählten, dem Zähler zu Grunde zu legenden Prinzip praktisch genügend genau erfüllt werden kann, wenn das zu verwendende Drehfeld durch zwei von einander unabhängige, in ihrer Phase gegeneinander verschobene und in ihrer Richtung aufeinander senkrecht stehende Wechselstromfelder entsteht, deren eines durch den Verbrauchsstrom hervorgerufen wird und in seiner Intensität diesem proportional ist, während das andere von einer constanten, den Verbrauchsstrom erzeugenden Spannung abhängt.

Die Drehgeschwindigkeit des unter dem Einfluss dieses rotirenden Feldes stehenden metallenen Rotationskörpers wird dann

$$v = K \cdot \frac{J \cdot \sin \varphi}{(c \cdot i)^2 + (c_1 \cdot J)^2}$$

In dieser Gleichung sind K, c und c_1 Constanten, welche von den Grössenverhältnissen des Zählers u. s. w. abhängen, während J den Consumstrom, i den das constante Wechselfeld hervorrufenden Strom und φ den Winkel der Phasenverschiebung zwischen den beiden Feldern darstellt. Wird noch das dem Strom J proportionale Feld verhältnissmässig klein gegenüber dem unter dem Einfluss von i stehenden, so wird auch die Summe $(c i)^2 + (c_1 J)^2$ praktisch constant und da der Strom J induktionsfrei angenommen wird, so ist auch φ immer von gleicher Grösse und es wird die Geschwindigkeit des Zählermotors thatsächlich

$$v = C \cdot J.$$

Alle diese Gesichtspunkte wurden bei der Construktion des Zählers berücksichtigt.

Die ursprüngliche Form des von der Firma auf den Markt gebrachten Verbrauchsmessers soll nun in Folgendem skizzirt werden und ist durch Fig. 14 dargestellt; doch sei schon hier bemerkt, dass im Laufe der Zeit der erste Entwurf manche Abänderungen erfahren hat, welche einerseits die Herstellung vereinfachen, andererseits kleine noch vorhandene Mängel beseitigen sollten.

Fig. 30.

Auf einer theils aus Metall, theils aus Isolirmaterial hergestellten Grundplatte sind zwei Metallsäulen und die den Hauptstrom führende Spule J angebracht. Letztere liegt mit ihrer Windungsebene parallel zur Ebene der Grundplatte. Auf den beiden Metallsäulen ist ein Gussrahmen verschiebbar angeordnet und dieser wiederum trägt den unter dem Einfluss der Spannung stehenden Elektromagneten mit den Spulen i, die Lagerung der Trommel und diese selbst, ferner das den Verbrauch registrirende Zählwerk und ausserdem noch einen im Innern der Trommel befindlichen, um die Rotationsachse der Trommel verstellbaren, lamellirten Eisenanker, welcher den ebenfalls lamellirten Nebenschluss-Elektromagneten nahezu magnetisch kurz schliesst. Die Trommel C war ursprünglich aus Kupfer hergestellt, doch wurde später hierzu Aluminium verwendet, weil sich zeigte, dass durch die grössere Leichtigkeit des beweglichen Theiles einerseits ein früheres Anlaufen des Zählers erreicht

wurde und andererseits die Spitzen der Trommelachse und die Lagersteine mehr Schonung erfuhren. Unterhalb des Nebenschluss-Elektromagneten in der Figur zeigt sich noch eine weitere Spule, welche auf der Grundplatte befestigt und mit den Spulen i in Serie geschaltet war. Innerhalb der Spule befand sich ein an einer Feder aufgehängter beweglicher Eisenkern, welcher bei nicht genau constanter Spannung mehr oder weniger eingezogen wurde und auf diese Weise vermöge der dadurch erzeugten grösseren oder kleineren Selbstinduktion dieser Spule den Strom i und hiermit auch das Nebenschlussfeld constant erhielt. Es hat sich aber herausgestellt, dass diese Einrichtung bei einigermassen gleichmässiger Betriebsspannung entbehrt werden kann, ohne dass merkliche Fehler in der Verbrauchsangabe des Zählers sich zeigen; sie wurde deshalb später weggelassen.

Der Consumstrom fliesst nur durch die Hauptstromspule und erzeugt dort ein ihm selbst proportionales und gleichphasiges Feld. Der Nebenschluss-Elektromagnet, dessen Kraftlinienrichtung senkrecht zu der des Hauptstromfeldes verläuft, wird von einem der Spannung zwischen den beiden Polen proportionalen Strome in vielen Windungen umkreist.

Durch diese Anordnung und dadurch, dass dieser Elektromagnet aus bestem Eisen hergestellt ist, wird ein sehr kräftiges und stark in seiner Phase gegen das Hauptstromfeld verschobenes Nebenschlussfeld hervorgerufen und es ist auch die Bedingung erfüllt, dass das Glied mit J^2 im Nenner der Geschwindigkeitsgleichung verschwindet. Da der Verschiebungswinkel im Nebenschlussfeld ebenfalls constant ist, so ist allen theoretisch an den Zähler gestellten Ansprüchen Rechnung getragen und es zeigt sich auch praktisch, dass der Zähler mit grosser Genauigkeit bei constanter Spannung den Wattverbrauch angiebt.

Um die Ablesung des Zählers möglichst leicht und bequem zu gestalten, ist das Registrirwerk mit deutlichen und grossen Ziffern versehen und seine Zeiger drehen sich sämmtlich in derselben Richtung. Ferner wird die Aichung immer so ausgeführt, dass die Constante, mit welcher die Angabe des Zifferblattes zu multipliziren ist, entweder 1 oder doch ein Produkt dieser Grösse mit einer ganzen Potenz von 10 ist.

Damit sich diese Aichung leicht bewerkstelligen lässt, sind die bewegliche Trommel und das Nebenschlussfeld verschiebbar auf den beiden Metallsäulen angeordnet. Man kann auf diese Weise die Intensität der die Trommel durchsetzenden Hauptfeldlinien beliebig ändern, ohne die Proportionalität mit dem Hauptstrom zu stören. Diese Anordnung gewährt noch weiter den Vorteil, dass sich leicht bei etwa vorkommenden Fehlern in der Angabe des Zählers diese durch eine derartige Verschiebung beseitigen lassen, was fast immer an Ort und Stelle ausgeführt werden kann. Um die Reibung der Trommel in den Lagern unschädlich zu machen und hiermit schon ein sehr frühes Anlaufen des Zählers hervorzurufen, ist der in der Trommel befindliche Anker verstellbar angebracht. Hierdurch kann eine Verzerrung des Nebenschlussfeldes erzeugt und ein gerade die Reibung überwindendes, constantes Drehmoment auf die Trommel ausgeübt werden. Der verstellbare Anker hat nebenbei noch den Vorzug, dass der Gang des Zählers von der Temperatur vollständig unabhängig gemacht werden kann. Damit durch das constante Drehmoment kein Laufen des Zählers vorkommt, wenn der Hauptstrom unterbrochen ist, wird auf der Trommel selbst ein kleines Eisenplättchen befestigt, welches in Wechselwirkung

mit dem Nebenschlussmagneten die Trommel bei nicht vorhandenem Hauptstrom am Drehen hindert, ohne dadurch das leichte Anlaufen unter Strom zu beeinflussen.

Der eigene Arbeitsverbrauch des Zählers ist vermöge der guten Untertheilung des Eisens ein sehr geringer und auch der Spannungsverlust in der Hauptstromspule ist auf das geringste Maass bemessen, so dass die Lichtspannung fast gleichwertig mit der Netzspannung ist.

Durch verhältnissmässig einfache Aenderungen ist der Apparat auch als Wattzähler für beliebige Belastungen und Spannungsänderungen brauchbar gemacht. Sorgt man nämlich dafür, dass das constante Feld bei inductionsfreiem Hauptstrom genau um 90^0 gegen das veränderliche Feld verschoben ist und bringt man noch eine constante Dämpfung durch permanente Magnete an, welche gross gegen die quadratischen Glieder im Nenner der Gleichung ist, so geht die allgemeine Geschwindigkeitsgleichung, wenn der Verbrauchsstrom um den Winkel φ der Spannung nacheilt, über in

$$v = \frac{K \,.\, J \,.\, \sin\,(90^0 - \varphi)}{C}$$

oder

$$v = C_1 \,.\, J \,.\, \cos\,\varphi.$$

Diese Grösse ist aber dem wahren Arbeitsverbrauch unter allen Umständen proportional.

Es ist der Firma gelungen, verschiedene einfache Mittel, die diese Bedingungen erfüllen, zu finden und dementsprechend einen dem oben beschriebenen Zähler sehr ähnlichen Wattzähler herzustellen, welcher bei Spannungsschwankungen bis zu circa 40 oder 50 % stets die wahren Wattstunden angiebt.

Phasenmesser und Synchronismuszeiger.

Die immer grössere Verbreitung, die der Wechselstrom der ihm eigenen Vortheile wegen erlangte, forderte in letzter Zeit mehr und mehr, den in der Messtechnik dieses Stromes vorkommenden Instrumenten überhaupt eine grössere Aufmerksamkeit zu widmen. Es lag der Firma daran, die schon vorhandenen Apparate zu verbessern, und auch neue hinzuzufügen. Sie verfolgte auch hier das von ihr stets angestrebte Ziel, die gesuchten Grössen möglichst direkt und auf einfachste Weise sichtbar zu machen.

Eine der am meisten gesuchten Grössen ist z. B. der Winkel der Phasenverschiebung zwischen zwei Strömen, oder einem Strom und einer Spannung. Bislang wurde nun diese Grösse immer indirekt mittels mehrerer Messungen gefunden, indem man entweder die Arbeit, Strom und Spannung bestimmte, und dann den Cosinus des gesuchten Winkels ausrechnete, oder eine Sinusmethode benutzte (z. B. Phasometer von Dobrowolsky), wobei aber auch im Allgemeinen noch Strom und Spannung bekannt sein müssen.

Bei den von der Firma für diesen Zweck construirten neuen Apparaten erfolgt nun die Bestimmung dieses Winkels in der denkbar einfachsten Weise; derselbe wird lediglich durch Ausschlag eines Zeigers oder durch irgend ein anderes Mittel, direkt unabhängig von Strom und Spannung, in Graden oder Bogenmaass angegeben, so dass eine einzige Ablesung genügt, um seinen wahren Werth kennen zu lernen.

Sollen zwei Wechselstrommaschinen parallel auf eine Leitung geschaltet werden, so kann dies nur unter der Bedingung geschehen, dass die Periodenzahl

der von beiden erzeugten Spannungen gleich ist, und dass auch die Perioden nicht zeitlich gegen einander verschoben sind. Da die Firma selbst Wechselstrommaschinen in Parallelbetrieb in Benutzung hat, suchte sie auch hier nach bequemen Mitteln, den Zeitpunkt, für welchen die genannten Bedingungen erfüllt sind, direkt kenntlich zu machen und es ist ihr gelungen, den für das Parallelschalten richtigen Moment ebenfalls nur durch eine Zeigerablesung eindeutig zu bestimmen.

Einer ausführlichen Beschreibung dieser Instrumente durch einen auf der Jahresversammlung in Frankfurt zu haltenden Vortrag soll hier nicht vorgegriffen werden.

Installations-Materialien.

Ausser den wissenschaftlichen und technischen Instrumenten hat die Firma noch ein bis dahin vollkommen vernachlässigtes Feld der Starkstromtechnik, das Verlegen der Leitungen, in ihr Arbeitsfeld gezogen.

Dieser Theil der Starkstromtechnik ist relativ von viel grösserer Bedeutung, als im Allgemeinen angenommen wird. Es ist daher um so mehr zu verwundern wie wenig verhältnissmässig für die Ausbildung dieses Theiles geschehen ist. Die Arbeiten erfolgen planmässig, und jedes neue Material wird sobald es der Firma bekannt wird geprüft und auch gelegentlich in den eigenen Anlagen verwendet.

Der erste grössere Erfolg wurde durch ein neuartiges Verlegungssystem für elegante bewohnte Räume erzielt. Durch die Einführung der Ringisolatoren, welche zur Verlegung von Doppelleitungen dienen sollten, wurden die früher mit Recht verpönten Doppelleitungen als gutes und gefahrloses Leitungsmaterial anerkannt, und es war somit möglich mit einem kleinen Isolator zwei Leitungen feuersicher zu verlegen. Die Ringe wurden über die Doppelleitungen geschoben und trugen dieselben, ohne dass irgend welcher schädliche Druck durch Bindedraht etc. auf die Isolation ausgeübt worden ist.

Die Ringisolatoren wurden nicht nur aus Porzellan hergestellt, die Firma brachte auch zuerst das farbige Crystallglas in Anwendung, welches jetzt allgemein beliebt ist, besonders weil es durch die etwas sonderbaren Betriebs- und Handelsverhältnisse der böhmischen Glaslieferanten heute zu einem Spottpreis zu beziehen ist.

Für die Montage der Ringisolatoren dienten federnde Haken, welche entweder mit Drahtstiften oder Schrauben auf vorher, nach einem ganz neuen Verfahren, in den Wänden eingesetzten Holzdübeln, befestigt worden sind.

Der ziemlich bedeutende Umsatz dieses Materials durch die Firma, und die zahlreichen Nachbildungen der geschützten Modelle und Construktionen zeugt zur Genüge für die Brauchbarkeit des Materials. Selbstverständlich sind im Laufe der Jahre an den Modellen selbst für die Praxis wichtige und werthvolle Verbesserungen gemacht werden, dann sind auch neue Constructionen dazu gekommen. Unter den letzteren seien hier nur zwei erwähnt, Stahldübel zum Einschlagen in Wände als Ersatz für Holzdübel, ein für saubere, schnelle und solide Montage höchst

Heddernheimer Kupferwerk vorm. F. A. Hesse Söhne, Heddernheim b. Frankfurt a. M.

Die Firma hatte ursprünglich ihren Sitz in Olpe im westfälischen Sauerlande, in welcher Gegend schon seit langer Zeit eine Anzahl kleiner Kupferhämmer mit befriedigendem Erfolg arbeiteten. Diese kleineren Hämmer sind jedoch nach und nach, hauptsächlich wohl in Folge der mangelnden Eisenbahnverbindung und der dadurch hervorgerufenen Benachtheiligung im grossen gewerblichen Verkehr, fast sämmtlich eingegangen. Nur eines dieser Werke hat sich trotz der schwierigen Verhältnisse, unter welchen die dortige Gegend lange Zeit hindurch zu leiden gehabt hat, nicht allein behauptet, es hat sich vielmehr zu einem der ersten Kupferwerke Deutschlands emporgeschwungen, zu einer Weltfirma, welche ihre Erzeugnisse in alle Staaten Europas und in einen grossen Theil der anderen Welttheile versendet: es ist dies das jetzige Heddernheimer Kupferwerk vorm. F. A. Hesse Söhne in Heddernheim bei Frankfurt a. M.

Da die Lage des Werkes in Olpe damals wegen der fehlenden Eisenbahnverbindung eine Vergrösserung kaum zuliess, so wurde im Jahre 1853 ein Kupferhammer und Walzwerk in Heddernheim bei Frankfurt a. M. erworben. Es befanden sich auch in der Nähe von Frankfurt a. M. eine Anzahl von Kupferhämmern, welche jetzt jedoch alle, bis auf einen einzigen in Oberursel, der ebenfalls in den Besitz des Heddernheimer Kupferwerkes übergegangen ist, zu bestehen aufgehört haben.

Die Production der Firma vergrösserte sich besonders seit Anfang der 70er Jahre in raschem und wachsendem Maasse, wozu der Aufschwung, den inzwischen die chemische und die elektrotechnische Industrie genommen hatte, nicht unwesentlich beitrug; schon im Jahre 1890 betrug dieselbe mehr als das Fünfzigfache derjenigen des Gründungsjahres des Heddernheimer Werks.

Im Jahre 1893 wurde die Firma F. A. Hesse Söhne in eine Actiengesellschaft umgewandelt, deren Leitung jedoch nach wie vor in den bewährten Händen der Herren Hesse verblieben ist. Das Heddernheimer Kupferwerk vorm. F. A. Hesse Söhne verfügt in den beiden Werken in Heddernheim und Oberursel gegenwärtig über eine Betriebskraft von insgesammt ca. 1000 P.S., davon entfallen ca. 900 P.S. auf Dampf-, ca. 100 P.S. auf Wasserkraft. Die Zahl der Arbeiter beträgt gegenwärtig ungefähr 650.

Im Jahre 1897 wurden rund 6 Millionen kg Kupferfabrikate abgesetzt, von welchen annähernd 4 Millionen kg aus chemisch reinem Kupfer und Bronze zu elektrotechnischen Zwecken bestimmt waren.

Die Fabrikation umfasst in der Hauptsache folgende Artikel: Kupferbleche in allen Stärken und Grössen für Kupferschmiedarbeiten und zur Dachbedeckung; Druckkupferbleche; Zündhütchenbleche; verzinnte Kupferbleche; chemisch reine Kupferbleche für elektrotechnische Zwecke; Anoden; runde und ovale Kupferscheiben und Böden; runde und viereckige Braupfannenböden; halbkugelförmige Böden in Schalenform; Sennkesselböden und Kupferschalen; kupferne Locomotiv-Feuerbüchsplatten, sowie vollständige Locomotiv-Feuerbüchsen bis zum Vernieten vorgerichtet; Rundkupfer für Locomotiv-Stehbolzen; Kupferrohre ohne Naht; Löthkolben- und Matrizenkupfer und Kupfernieten; Kupferringe für Geschossbänder; Kupferdraht und Seile für Blitzableiter.

Wie aber schon aus den vorerwähnten Produktionsziffern erhellt, bilden chemisch reines Kupfer und Bronze zu elektrotechnischen Zwecken in Form von Drähten, runden, flachen und façonnirten Stangen, Seilen, Collector-Lamellen etc., den weitaus grössten und wichtigsten Theil der Fabrikation.

Nächst dem Silber ist Kupfer dasjenige Metall, welches die grösste specifische elektrische Leitungsfähigkeit bezw. den geringsten specifischen Leitungswiderstand besitzt. Ein Silberdraht von 1 m Länge und 1 qmm Querdurchschnitt hat bei gewöhnlicher Temperatur einen Widerstand von 0,016 bis 0,018 Ohm, ein Kupferdraht von gleichen Dimensionen 0,018 bis 0,019 Ohm, während alle anderen Metalle von gleichen Dimensionen einen erheblich höheren Widerstand ergeben. Da nun der Leitungswiderstand bei der Fortleitung eines elektrischen Stromes, z. B. von einer Dynamomaschine nach den Glühlampen, einen Verlust an Kraft bewirkt, so müsste man bei einem Material von geringer Leitungsfähigkeit den Querschnitt entsprechend grösser wählen, um den Kraftverlust durch Leitungswiderstand auf ein angemessenes Maass zu vermindern. Hierdurch würden aber die Kosten bedeutend vermehrt werden. In solchen Fällen jedoch, wo es sich darum handelt, eine möglichst lange Leitung in einem Raume von gegebener Grösse unterzubringen, z. B. bei Drahtwindungen im Wickelungsraum von Elektromagneten und Ankern der Dynamomaschinen, würde man durch Anwendung eines Drahtmaterials von geringer Leitungsfähigkeit die Leistung der betreffenden Apparate oder Maschinen verringern. Für die Elektrotechnik ist daher die Verwendung eines Kupferdrahtes von grösstmöglicher Leitfähigkeit ausserordentlich wichtig. Die Methoden der Herstellung solcher Kupferdrähte sind so wesentlich vervollkommnet worden, dass das Heddernheimer Kupferwerk schon seit einer Reihe von Jahren Kupferdrähte herstellt, deren Leitungsfähigkeit nahezu diejenige des Silbers erreicht.

Wenn bis vor wenigen Jahren das Kupferleitungsmaterial zum grössten Theile zu Lichtzwecken, bei welchen man sich in immer wachsendem Umfange bis zu einer grossen Vollkommenheit des elektrischen Stromes bedient, benutzt worden ist, so sucht man letzteren nun auch in stets grösserem Maasse zur Kraftübertragung zu verwenden. Diese Verwendungsart machen sich vor allem die mit reichen Wasserkräften ausgestatteten Länder zu Nutzen, so z. B. Schweden-Norwegen und die Schweiz, wo unter sonst gleichen Verhältnissen ganz aussergewöhnlich starke Verwendung dieser Kräfte zu elektrischen Zwecken stattfindet. Es wird noch erinnerlich sein, dass die alte Firma F. A. Hesse Söhne den zur Kraftüber-

tragung von Lauffen nach Frankfurt am Main für die im Jahre 1891 stattgehabte Internationale Elektrische Ausstellung in Frankfurt am Main erforderlichen Kupferdraht gestellt hatte. Zu den 3 je 175 km langen Leitungen, welche bekanntlich vorzüglich ihren Zweck erfüllt haben, waren damals ungefähr 60000 kg chemisch reinen Kupferdrahtes in der Stärke von 4 mm erforderlich.

Dem Heddernheimer Kupferwerk ist es auch schon vor Jahren gelungen, den zum Betriebe elektrischer Bahnen in den weitaus meisten Fällen zur Anwendung kommenden oberirdischen Leitungs-Hartkupferdraht, von welchem bei meist 8 mm Durchmesser gleichzeitig eine grosse Bruchfestigkeit und hohe Leitungsfähigkeit verlangt wird, in ganz vorzüglicher Beschaffenheit und in ununterbrochenen Längen bis zu 3000 kg Gewicht herzustellen, wie dies zuerst im Frühjahr 1894 in Leipzig bei Gelegenheit der elektrotechnischen Ausstellung von der Firma vorgeführt wurde.

Einen noch wichtigeren Theil der Produktion des Heddernheimer Kupferwerkes bildet die Herstellung von Bronzedraht für Telephon- und Telegraphenleitungen, namentlich nachdem vor allem die Kaiserlich Deutsche und die Königlich Württembergischen und Bayerischen Posten sowohl, wie auch viele ausländische Post- und Telegraphenverwaltungen zu dessen Verwendung in fortwährend steigendem Maasse übergegangen sind. Zu dieser Thatsache hat wohl hauptsächlich die Erkenntniss geführt, dass das Sprechen auf grosse Entfernungen nicht so sehr von der Leistungsfähigkeit der schon auf einer hohen Stufe der Vollkommenheit stehenden Sprech- und Hörapparate, als vielmehr von der Wahl des Leitungsmaterials abhängt, und dass die dem früher verwendeten Eisendraht eigenthümliche, die Fortpflanzung der Sprechströme über eine gewisse Grenze hinaus hindernde Selbstinduktion dem Kupfer- bezw. Bronzedraht nicht innewohnt.

Das Heddernheimer Kupferwerk vorm. F. A. Hesse Söhne stellt Bronzedrähte meist in nachstehenden Qualitäten her:

1. mit ca. 95 % Leitfähigkeit und einer Bruchfestigkeit von 40—46 kg pro qmm.
2. mit ca. 85 % Leitfähigkeit und einer Bruchfestigkeit von 50—52 kg pro qmm.
3. mit ca. 60 % Leitfähigkeit und einer Bruchfestigkeit von 68—71 kg pro qmm.
4. mit ca. 40 % Leitfähigkeit und einer Bruchfestigkeit von 65—78 kg pro qmm.
5. mit ca. 30 % Leitfähigkeit und einer Bruchfestigkeit von 78—84 kg pro qmm.

[Leitfähigkeit 100 % = 60.]

Die unter 2 und 3 angegebenen Qualitäten werden hauptsächlich von der Deutschen Reichspost, sowie anderen staatlichen Post- und Telegraphen-Verwaltungen benutzt, und zwar Nr. 2 in den Stärken von 2 bis 4 mm für Verbindungsleitungen der einzelnen Fernsprechnetze untereinander und Nr. 3 in der Stärke von 1,5 mm für die Anschlüsse innerhalb der Fernsprechnetze selbst. Ausser den vorgenannten wird aber auch jede andere Qualität Bronzedraht, wie auch Doppelbronzedraht hergestellt.

Auf dem Werke selbst besteht zur Prüfung des zur Verwendung gelangenden Rohmaterials auf seinen Kupfergehalt, sowie auf etwaige die Qualität des Kupfers beeinträchtigende Bestandtheile ein gut eingerichtetes Laboratorium. Alle in der Elektrotechnik zur Verwendung kommenden Drähte werden vor dem Versandt mittelst einer Thomson'schen Messbrücke oder einer solchen von Siemens & Halske

auf ihre Leitfähigkeit geprüft. Zur Bestimmung der Bruchfestigkeit dienen Zerreissapparate von Mohr & Federhaff und von Albr. von Tarnogrocki; auch zur Feststellung der Anzahl der Biegungen im rechten Winkel und der Zahl der Windungen der Drähte um ihre Längsachse bis zum Bruch, sind geeignete Vorrichtungen vorhanden.

Für die Arbeiter bestehen Menagegebäude, in welchen gegen Zahlmarken ein kräftiger Mittagstisch und Kaffee verabreicht wird, wozu die Firma aus ihren Mitteln regelmässige Zuschüsse leistet. Für die auswärtigen Arbeiter des Kupferwerks sind im Menagegebäude drei Schlafsäle vorhanden. Ausserdem hat die Firma eine Anzahl Arbeiterwohnungen erbaut und ist zugleich bemüht gewesen, durch Errichtung einer Fabriksparkasse, zu welcher von Seiten der Firma fortlaufend bedeutende Zuschüsse geleistet werden, Einsetzung von Arbeiter-Ausschüssen, Abgabe von Brennmaterialien und Lebensmitteln zu Einkaufspreisen, Theuerungszulagen etc. für das Wohl ihrer Arbeiter zu sorgen. Das Werk hat eine eigene Fabrikkrankenkasse und unterhält eine gut ausgerüstete Feuerwehr.

Das Gesagte wird genügen, um darzuthun, welch' bedeutende Stelle das Heddernheimer Kupferwerk vorm. F. A. Hesse Söhne in der elektrotechnischen Industrie Deutschlands einnimmt. Dass die Firma in steter Fortentwickelung begriffen ist, bestätigt der Umstand, dass in der jüngsten Jahresversammlung der Beschluss gefasst wurde, zum Zwecke der Ausführung von Neu-Anlagen im In- und Auslande und zu Erweiterungsbauten das Aktienkapital von 4 auf 6 Millionen Mark zu erhöhen.

Interessenten steht ein ausführlicher, hübsch ausgestatteter und in Folge der darin enthaltenen Tabellen über Gewicht, Bruchfestigkeit, Leitfähigkeit bezw. elektrischen Widerstand von Leitungsmaterialien etc. sehr praktischer Katalog in deutscher, französischer und englischer Sprache (Taschenformat) gern zur Verfügung.

Silberwaaren-Fabrik J. S. Kaufmann.

Frankfurt a. M.

Eine Besprechung der Erzeugnisse dieser Firma, welche nicht dem Gebiete der Elektrotechnik, sondern dem des Kunstgewerbes angehören, scheint auf den ersten Blick nicht eigentlich in den Rahmen des vorliegenden Buches passen zu wollen, das doch nur eine Uebersicht des gegenwärtigen Standes der lokalen elektrotechnischen Industrie bieten soll.

Indessen werden die nachfolgenden Zeilen den Zusammenhang dieses Betriebes mit unserer Industrie erkennen lassen.

Die Firma betreibt nämlich, neben der Fabrikation massiver Silbergeräthe, als besonderen Zweig die Herstellung von Luxus-Gegenständen aus Krystall, Porzellan, Email etc., welche auf elektrolytischem Wege mit durchbrochenen Beschlägen aus reinem Silber versehen sind. Der Inhaber der Firma, hat diese Technik vor etwa 9 Jahren in's Leben gerufen und seitdem unablässig an der Verbesserung seiner Methode gearbeitet. Fast alle Materialien, von Krystall, Porzellan, Glas, Email bis zu den empfindlichsten Stoffen organischer Natur, wie Perlmutter, Bernstein, Elfenbein, Horn und Holz erfahren in der Werkstätte der Firma eine Veredelung im künstlerischen Sinne, werden mit den reizvollsten, ornamentalen Silberbeschlägen montirt und bieten so durch den Reichthum an Formen- und Farbenverbindungen einen Effekt, wie ihn kaum eine andere kunstgewerbliche Technik erreichen lässt.

Beiliegende Tafel, welche die verkleinerte Abbildung einiger dieser Produkte zeigt, kann freilich nur einen schwachen Begriff von der Wirkung der betreffenden Arbeiten geben, da bei der „Schwarz-Weiss" Reproduktion ein wichtiger Faktor — die Farbe — verloren geht.

Das Verfahren bei der Herstellung des Artikels ist kurz Folgendes: das zu montirende Objekt, nehmen wir als Beispiel eine Glasvase, wird durch Auftrag einer metallischen Farbe derartig präparirt, dass beim darauffolgenden Einwirken des elektrolytischen Silberbades nur die mit der metallischen Substanz bedeckten Stellen den Silber-Niederschlag empfangen, während die übrigen Flächen der Glasvase, die ja natürlich den Strom nicht zu leiten vermögen, frei bleiben. Ist der Niederschlag stark genug, was je nach der Dicke, die das Ornament erhalten soll, bis zu 80 Stunden dauern kann, so wird der Gegenstand dem Bade entnommen um weiterer mechanischer Bearbeitung, wie Schleifen, Poliren, unterzogen zu werden. Schliesslich werden die Details des Ornaments durch Graviren oder Aetzen vollendet, und das Ganze, wenn nöthig, vergoldet oder oxydirt.

Der elektrische Betrieb erfolgt durch Anschluss an das städtische Werk. Eine mit einem Wechselstrom-Motor von Brown, Boveri & Cie. direkt gekuppelte Gleichstrom-Dynamo liefert den erforderlichen Strom für die verschiedenen galvanischen Bäder, während ein zweiter Motor die Schleifmaschinen treibt. Für den Nachtbetrieb werden, je nach Bedarf, mehrere Pollak'sche Accumulatoren-Zellen eingeschaltet, die tagsüber mit dem überflüssigen Strom der Dynamo geladen werden. Die Firma fabrizirt alle nur erdenklichen Gegenstände wie: Vasen, Dosen, Caraffen, Kaffee- und Theeservice, Schreibtisch- und Toilette-Garnituren, Stock- und Schirmgriffe u. s. w. und versendet ihre Produkte nach fast sämmtlichen europäischen Ländern, sowie nach Nord-Amerika.

J. S. KAUFMANN, FRANKFURT A. M.

SILBER - GALVANOPLASTIK.

JOSEF LECHNER.

ELEKTROTECHNISCHE UND FEINMECHANISCHE WERKSTÄTTE.

Die Firma — im Jahre 1875 begründet — betrieb anfänglich den Bau und die Anlage von Haustelegraphen und Telephonen; nebenbei wurden auch mathematische, physikalische und optische Instrumente angefertigt.

Späterhin widmete sich dieselbe der Herstellung von Theilen für Reichspost-Fernsprechstellen und dehnte ferner ihre Thätigkeit auf Installation von elektrischen Licht- und Kraftanlagen im Anschluss an die Städtische Centrale aus.

In neuerer Zeit beschäftigt sich die Firma mit der Fabrikation nachstehender Special-Artikel:

I. Signaluhren mit Läutewerken für Schulen und Fabriken,

zur Bestimmung des Beginnes und des Schlusses des Unterrichts, der Arbeitszeit, der Pausen u. s. w.

Gegenüber der Bedienung von Glocken u. dgl. durch dazu beauftragte Personen haben diese Uhren den grossen Vorzug, dass sie automatisch das Läutewerk in Thätigkeit setzen und so eine Gewähr dafür bieten, dass die Unterrichts- bezw. Arbeitszeiten ordnungsgemäss inne gehalten werden.

In der Regel werden grössere Uhren mit von 5 zu 5 Minuten verstellbaren Contakten angefertigt; Veränderungen in der Signalgebung, welche durch Verlegung der Unterrichts- bezw. Arbeitszeiten sich als nothwendig erweisen sollten, können von Jedermann mühelos vorgenommen werden.

Die Anzahl der elektrischen Klingeln, welche in Korridoren, Arbeitssälen, Turnhallen, Höfen u. s. w. angebracht und in Thätigkeit gesetzt werden kann, ist ziemlich weit begrenzt. Es ist z. B. ein Auftrag in der Ausführung begriffen, bei welchem die Normaluhr den Contakt für 25 elektrische Wechselstromuhren und Signale in 6 Abtheilungen mit ca. 25 Klingeln herstellt.

Die Kosten für Einrichtung derartiger Signalwerke sind relativ gering, weil alle vorhandenen Thurm-, Schul-, Hof- und Hausuhren, sogar Wanduhren mit einer Contaktvorrichtung versehen werden können; häufig wird man auch in der Lage sein, bereits vorhandene Klingel-Anlagen zu benutzen.

II. Elektrische Wasserstands-Fernmelder (System Geck).

Dieselben dienen dazu, den Wasserstand von Reservoiren, Pegeln, Wasserthürmen u. s. w. nach entfernt liegenden Orten — Bureaux, Aemtern, Maschinen- und Pumpstationen — in deutlich ablesbarer Form mittels eines über einem Zifferblatt schwebenden Zeigers anzugeben. (Fig. 3.)

Diese Instrumente werden auch mit Registrir-Vorrichtung ausgeführt (Fig. 4); eine derartige Einrichtung gestattet, auf Grund eines durch den Apparat gezeichneten Diagramms das Steigen und Fallen des Wassers, überhaupt den Betrieb während eines bestimmten Zeitabschnittes auch noch nachträglich abzulesen, bezw. zu kontrolliren.

Erläuterung des elektrischen Wasserstands-Fernmelders.

Der vorliegende Wasserstands-Fernmelder besteht aus zwei Haupttheilen: dem Contaktwerk (Fig. 1, 2 und 5) und dem von letzterem in Bewegung gesetzten Zeigerwerk (Fig. 3 und 6); beide Werke können räumlich weit von einander getrennt ihre Aufstellung erhalten, sind jedoch durch 1 oder 2 Leitungen, welche die Stromimpulse zu übermitteln haben, verbunden.

Das von dem Schwimmer G beeinflusste Seilrad R ist mit einem Sternrade S fest verbunden (Fig. 5), so dass ein Steigen oder Fallen des Schwimmers G eine Drehung von S in der einen oder anderen Richtung hervorruft. Dabei wird der Hebel Z und zugleich mit ihm Hebel H_1 (H_2) durch einen Zahn des Rades S so weit mitgenommen, bis derselbe ausweicht und der Hebel Z wieder in die Mittelstellung springt. Bei diesem Zurückschnellen in die Ruhelage versetzt der obere Theil des Hebels H_1 (H_2) die Scheibe B_1 (B_2) und einen mit derselben verbundenen Excenter X_1 (X_2) in Drehung, wobei ein Contakt zwischen Feder F_1 (F_2) und Schraube C_1 (C_2) hergestellt und ein Stromimpuls der Batterie (Batt.) durch die Leitung V in das Zeigerwerk (Fig. 6) gesendet wird, wo derselbe durch Erregung des Elektromagneten E_1 (E_2) ein Anziehen des Ankers A_1 (A_2) und gleichzeitig damit eine Drehung des den Zeiger tragenden Rades T veranlasst.

Alle Theile, namentlich die der Abnutzung unterworfenen, sind kräftig und solide ausgeführt, so dass für ein sicheres Funktioniren der Apparate garantirt werden kann.

Schema
des elektrischen
Wasserstands-Fernmelders
(mit einer Leitung)

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 1.

Fig. 3.

Fig. 2.

Fig. 4.

BERNH. C. REUTLINGER,

MASCHINEN-FABRIK.

FRANKFURT AM MAIN.

Fig. 1. Reutlinger's Dynamo-elektrische Maschine (Manchester-Type).

Die Firma wurde im Jahre 1872 gegründet und betrieb den Bau von Spinnerei-Maschinen bis zum Jahre 1879 als ausschliessliche Spezialität.

Von dieser Zeit an wurde die Fabrikation von Dynamo-Maschinen aufgenommen.

Die ersten Maschinen dienten zu Beleuchtungszwecken, doch wurden bereits im Jahre 1882 nur noch Maschinen für elektrolytische Zwecke hergestellt und der Bau dieser Maschinen als Spezialfabrikation weitergeführt.

Die ältesten gelieferten Dynamo-Maschinen zeichneten sich dadurch aus, dass der Anker möglichst wenig Windungen und daher geringen Widerstand hatte, während das Feld schon kräftig war.

Diesem Umstand ist es auch zu danken, dass die ältesten Maschinen der Firma, da der Nutzeffekt ein sehr hoher war, heute noch benutzt werden.

Die ersten Maschinen wurden nach dem Gramme-Typus gebaut, später in liegender Anordnung nach eignem System; seit 1889 wurde die Manchester-Type adoptirt und zu der ästhetisch vollendeten Ausführung, wie beigefügte Autotypie sie zeigt, gebracht.

Die Maschinen laufen funkenlos bei jeder Bürstenstellung, da nur eine Windung pro Collektorlamelle vorhanden ist.

Ausser der vorliegenden Manchester-Type werden diese Maschinen auch nach dem Manteltypus (Kasten-Maschinen) gebaut; diese Maschinen haben in der elektrolytischen Branche eine grosse Verbreitung gefunden; die grössten Etablissements Deutschlands und des Auslandes haben viele derselben im Betriebe.

Seit einigen Jahren werden auch Elektro-Motoren hergestellt, zum Antrieb der von der Firma gebauten Spinnerei-Maschinen, welche von Transmissionen nur sehr schwer anzutreiben sind, da die Aufstellung oft 100 bis 500 Meter von der Dampfmaschine erfolgen muss.

Fig. 2. Seilaustreibe-Wagen mit elektrischem Antrieb.

Die Figuren 2 und 3 zeigen zwei Maschinen zur Herstellung von Schiffstauen und Transmissions-Seilen.

Die eine Maschine ist feststehend, die andere auf Schienen beweglich, die Stromzuführung ist nach einem eignen neuen System ausgeführt.

Bei dem Seilaustreibe-Wagen ist die elektrische Kraftübertragung der mechanischen Transmission gegenüber von ganz besonderem Vortheil.

Bis jetzt wurden nur Elektro-Motoren für den Antrieb der eigenen Erzeugnisse der Firma hergestellt, doch soll in Zukunft die Motorenfabrikation neben den Maschinen für elektrolytische Arbeiten allgemein aufgenommen werden.

Die Fabrik ist mit den neuesten Maschinen und Hilfsmitteln ausgerüstet; zum Betriebe dient eine Dampfmaschine, während als Reserve eine Gasmaschine vorhanden ist.

Die elektrische Kraftübertragung ist auch in dem eigenen Fabrikbetrieb in Anwendung, hauptsächlich zum Antriebe von weniger oft benutzten Arbeitsmaschinen; die Kraft des Gasmotors, welcher in einem besonderen Gebäude Aufstellung gefunden hat, wird gleichfalls elektrisch auf die Haupttransmission übertragen.

Fig. 3. Seilschlag-Maschine mit elektrischem Antrieb.

Die Kraftübertragungsanlage wird gleichzeitig zur Beleuchtung des Etablissements benutzt.

Es möge noch erwähnt werden, dass sich bei der Lieferung von Dynamo-Maschinen für metallurgische Zwecke das Bedürfniss der gleichzeitigen Lieferung der Chemikalien herausgestellt hat, und dass daher die Firma mit der chemischen Fabrik Emil Brescius (Inh. Dr. G. Wolfram) in Rödelheim bei Frankfurt a. M. das Abkommen getroffen hat, deren Fabrikate bei allen zu installirenden Anlagen zur Anwendung zu bringen.

Die Herren Friedr. Schäfer und Gg. Montanus errichteten im Jahre 1878 eine mechanische Werkstätte zur Herstellung elektrischer Haustelegraphen. Den sehr geringen Mitteln entsprechend konnte die Fabrikation der zur Haustelegraphie erforderlichen Apparate nur sehr klein betrieben werden. Die beiden Theilhaber brachten jedoch eine reiche praktische Erfahrung in das Geschäft, so dass sich dieses bald entwickelte und 3 Jahre später, auf der Patent- und Musterschutz-Ausstellung mit der silbernen Medaille ausgezeichnet werden konnte. Durch die Fabrikation einer patentirten elektrischen Sicherheitsvorrichtung für Kassenschränke und Gewölbe, besonders aber durch das patentirte Böttcher'sche Telephon, wurde die Firma auch ausserhalb Frankfurts bald bekannt. In Luxemburg z. B. wurde dies Telephon vom Staate angenommen und ist jetzt im ganzen Lande in sehr ausgedehntem Gebrauch.

Vor etwa 8 Jahren nahm die Firma auch die Installation elektrischer Beleuchtungsanlagen auf, welche seit der Errichtung des Frankfurter städtischen Elektrizitätswerkes zu einer Spezialität geworden ist. Eine stattliche Reihe von Installationen, sowohl eigener Betriebe als auch solcher im Anschluss an das städtische Werk sind unterdessen zur Ausführung gekommen. Die Fabrikation von Haus-

Fig. 1.

Fig. 2.

telegraphen-Apparaten ist jedoch durch die Fabrikation von Schaltbrettern, einfachen Beleuchtungskörpern und Aptirungen von Lüstern zurückgeblieben, soll aber bei der demnächst vorzunehmenden Vergrösserung des Betriebes wieder neu belebt werden. Dagegen hat sich die Fabrikation zahnärztlicher Bohrmaschinen und Apparate zur Specialität entwickelt. Seit 4 Jahren ist auch eine Anstalt für galvanische Vernickelung, Verkupferung und Verstahlung, sowie zum Schleifen und Poliren der verschiedensten Metallgegenstände im Betrieb.

Die Zahl der jetzt beschäftigten Beamten und Arbeiter beträgt durchschnittlich 55—60. Als Betriebskraft ist ein Gasmotor von 4 P. S. und ein an das städtische Netz angeschlossener Elektromotor von 3½ P. S. vorhanden. Eine 3000 Watt-

Fig. 3.

Dynamo dient zum Laden einer Accumulatorenbatterie, von welcher der Strom zum Betrieb einer Anzahl kleiner Elektromotoren und zur Beleuchtung entnommen wird. Diese Elektromotoren sind theils unter den Drehbanktischen, theils an der Wand angebracht und treiben die betreffenden Maschinen mittelst Riemen an, so dass also eine Transmission nicht vorhanden ist. Die kleinen Elektromotoren sind in der Werkstätte selbst hergestellt und kamen deshalb zur Verwendung, weil in dem langgestreckten Lokal eine sehr lange Transmission nöthig gewesen wäre und die Drehbänke etc. nicht immer in Betrieb sind. Die Abbildung Fig. 1 zeigt wie z. B. ein Schmirgelrad zum Schleifen der Werkzeuge betrieben wird. Schmirgelrad und Motor sind an der Wand befestigt. Letzterer wird mittels einfachen Ausschalters ein- und ausgeschaltet und gleichzeitig damit auch eine unter einem Schirm befindliche Glühlampe.

Die oben schon erwähnten Bohrmaschinen und Apparate für Zahnärzte wurden zuerst auf der internationalen elektrischen Ausstellung 1891 hier vorgeführt. Dieselben sind unterdessen wesentlich verbessert worden und haben durch die vielfach entstandenen Elektrizitätswerke bereits eine ausgedehnte Anwendung gefunden. Die Apparate funktioniren mit Gleich- oder mit Wechselstrom. In Fig. 2 ist eine komplete Einrichtung abgebildet. Der obere Theil des Schaltbrettes ist aus Eisen hergestellt und enthält einen Rheostat für den Motor und einen für die anderen Instrumente wie Galvanokauter etc. Auf dem unteren, von Holz hergestellten Theile sind die Schaltapparate angebracht. Der Motor steht auf einem nach allen Richtungen leicht beweglichen Wandarm und wird mit dem Fusskontakt ein- und ausgeschaltet. Der Bohrer oder Fräser, mit welchem der Zahnarzt arbeitet, befindet sich in einem Handstück am vorderen Ende einer Stahlspirale, die durch einen Schlauch hindurch mit dem Motor verbunden ist. Fig. 3 zeigt einen zahnärztlichen Motor mit Momentkupplung, welche durch den den Motor treibenden Strom bethätigt wird und den Zweck hat, beim Ausschalten des Stromes den Bohrer sofort still stehen zu lassen.

Die von der Firma fabrizirten Telephonapparate sind heute so allgemein bekannt, dass eine Beschreibung und Abbildung derselben wohl nicht nöthig ist.

AUGUST SCHWARZ, BOGENLAMPENFABRIK.

FRANKFURT A. M.

Die Gründer dieses, seit dem Jahre 1888 bestehenden Unternehmens, die Mechaniker und Elektrotechniker Jacob Ochs und August Schwarz, welche früher in der Abtheilung für Bogenlampenbau des H. G. Möhring'schen Etablissements hier thätig waren, haben nach Liquidation der Möhringschen Fabrik die zur Herstellung von Bogenlampen vorhandenen Einrichtungen käuflich erworben, um die Fabrikation der Möhringlampe auf eigene Rechnung fortzusetzen.

Da sich nun herausstellte, dass die Möhringlampe den stets gesteigerten Anforderungen in Bezug auf absolut ruhiges, gleichmässiges Licht nicht mehr gewachsen war, sah sich die Firma veranlasst, Bogenlampen nach eigenem System zu konstruiren. So brachte dieselbe zunächst die Lampe Modell I für Serienschaltung, Modell II für paarweise Hintereinanderschaltung und Modell III für Parallelschaltung, ferner die Lampe Modell IV für geringe Stromstärken von 1—3 Ampère auf den Markt. Später wurden diese Modelle, die einen complicirten Mechanismus besassen, durch solche von einfacherer Construction ersetzt und es entstanden die Nebenschlusslampe Modell V und die Differentiallampe Modell VI, die beide sowohl für Gleich- als Wechselstrom gebaut wurden.

Als nach Ausscheiden des erstgenannten Mitbegründers der Firma das mit der Fabrik verbundene Installationsgeschäft eingestellt und die Fabrikation von Bogenlampen in grösserem Masse betrieben wurde, construirte die Firma nach und nach die jetzt im Handel befindlichen Modelle VII, VIII, IXa, IXb und X, die im Nachstehenden näher beschrieben sind. Durch diese Lampen fanden die früheren Modelle besseren Ersatz.

Während die Lampen Modell VII—IX eine äusserst stabile schwere Construction besitzen, ist die Lampe Modell X leichter gehalten, dieselbe wurde in der Absicht construirt, eine zuverlässig gut functionirende Lampe zu niederem Preise zu liefern, mit möglichst geringen Abmessungen und geringem Gewicht, die sich hauptsächlich für den Export eignen würde. Es ist dies der Firma im vollsten Maasse gelungen, der Export hat sich nach und nach auf sämmtliche Staaten Europas und auch auf überseeische Länder ausgedehnt.

Nachdem durch Eintritt des kaufmännischen Theilhabers Alex. Herwig eine abermalige Vergrösserung des Betriebes in's Werk gesetzt wurde, hat nunmehr die Leistungsfähigkeit der Fabrik die wünschenswerthe Höhe erreicht.

Ganz besonders ist die von der Firma vor wenigen Wochen in den Verkehr gebrachte Krystall-Bogenlampe hervorzuheben, die den Anlass dazu bieten

dürfte, in der bisher üblichen äusseren Ausstattung der Bogenlampe einen Umschwung eintreten zu lassen. — Der grosse Vortheil dieser Neuerung besteht darin, dass das Licht der Krystallampe, entgegen sämmtlichen bisher gebräuchlichen Bogenlampen, absolut schattenfrei ist und vollständig gleichmässig vertheilt wird. Der Nutzeffect wird bedeutend erhöht und schon mit geringer Stromstärke wird eine angemessene Beleuchtung erzielt.

Sämmtliche Bogenlampen der Firma zeichnen sich durch äusserst einfache Construktion aus. Gerade der einfache Mechanismus der Lampen ist ein nicht zu unterschätzender Vorzug, da die Bogenlampen, wie dies die Praxis lehrt, vielfach durch Leute bedient werden, die jeder Sachkenntniss entbehren, und bei einem complicirten Mechanismus durch nachlässige Wartung sehr leicht Störungen im Betriebe verursacht werden können.

Sämmtliche Theile sind aus Messing gearbeitet, sodass ein Verrosten ausgeschlossen ist. Beide Pole der Lampe sind vom Gestell isolirt, letzteres ist daher stromlos. Die Stromzuführung nach dem unteren Kohlenhalter erfolgt durch einen isolirten Messingstab. Der Lichtpunkt bleibt constant in gleicher Höhe der Glasglocke, da sich beim Abbrand der Kohlen beide Kohlenhalter gegeneinander bewegen.

In Fig. 1 ist die Gleichstrom-Nebenschlusslampe, Modell VII abgebildet. Diese Lampe eignet sich sowohl für Parallel- als Hintereinander-Schaltung. Die Lampe kann mit beliebiger Stromstärke von 1—25 Ampère beansprucht werden.

ca. 1/4 natürl. Grösse.

Fig. 1.

Gleichstrom-Nebenschluss-Lampe M. VII.

Der hufeisenförmige Anker des aus einer Spule gebildeten Elektromagneten ist mit dem drehbar gelagerten Laufwerk derartig verbunden, dass letzteres allen Bewegungen des Ankers folgen muss und je nach der Stellung desselben ausgelöst oder arretirt wird. Die Arretirung erfolgt durch ein Echappement, welches sich an einen justirbaren Bremshebel legt. Zur Dämpfung der Bewegungen des Laufwerkes ist dieses mit einer Luftbremse versehen.

Ist die Lampe in stromlosem Zustande, so stehen die Kohlenspitzen ca. 8 mm auseinander. Schaltet man die Lampe ein, so wird der Magnetanker angezogen, löst das Laufwerk aus und die Kohlenspitzen bewegen sich gegeneinander. Sowie sich die Kohlenspitzen berühren, wird der Magnet stromlos. Anker und Laufwerk gehen zurück, letzteres wird festgestellt und der Lichtbogen ist gebildet.

Der Anker steht jetzt im Mittel zwischen magnetischer Anziehung und der Kraft der regulirbaren Spiralfeder. Wächst der Lichtbogen durch den Abbrand der Kohlen zu einer gewissen Höhe an, so bewirkt der entsprechend kräftiger gewordene Elektromagnet, dass das Laufwerk frei wird und eine Näherung der Kohlenstifte stattfinden kann. Sofort findet wieder eine Rückwärtsbewegung des Ankers und Laufwerkes statt, und letzteres stellt sich fest.

Diese Bewegungen erfolgen in äusserst geringen Zwischenpausen, so dass kaum eine Spannungsdifferenz im Lichtbogen entsteht und ein ruhiges, gleichmässiges Licht erzeugt wird.

Die richtige Einregulirung erfolgt in der Weise, dass man den Bremshebel so stellt, dass, wenn der Abstand zwischen Anker und Magnetkern ca. 2 mm beträgt, das Laufwerk frei wird. Die Klemmspannung wird justirt durch mehr oder weniger Anspannen der Spiralfeder.

Fig. 2 veranschaulicht die Differential-Gleichstrombogenlampe Modell VIII. Diese Lampe kann ebenfalls sowohl für Parallel- als Hintereinander-Schaltung verwendet werden und ist namentlich für Serienschaltung in grösseren Gruppen zu empfehlen.

Der Regulirmechanismus dieser Lampe besteht aus zwei übereinanderstehenden Magnetspulen, die einen gemeinsamen Eisenkern und einen gemeinsamen hufeisenförmig gebogenen Anker besitzen. Der hufeisenförmige Anker hat seinen Drehpunkt in der Mitte und stellt sich je nach der überwiegenden Stärke der einen oder anderen Spule ein. Im stromlosen Zustande berühren sich die Kohlenspitzen, der Anker ist jetzt nach dem Nebenschlussmagnet hingeneigt. Wird die Lampe eingeschaltet, so geht ein kräftiger Strom durch den Hauptstrommagneten, dieser zieht alsdann den Anker an, das Echappement des mit dem Anker verbundenen Laufwerks legt sich an einen justirbaren Bremshebel, letzteres wird arretirt und der Lichtbogen gebildet. Sobald der Lichtbogen durch das Abbrennen der Kohlen grösser wird, verringert sich die Stromstärke in dem Hauptstrommagnet und vergrössert sich im Nebenschlussmagnet. Hierdurch wird der Anker nach diesem Magnet hinübergezogen und das Laufwerk wird frei, sodass sich die Kohlen nähern. Alsbald wird der Anker wieder durch den Hauptstrommagneten angezogen, wodurch ein abermaliges Feststellen des Laufwerkes stattfindet. Diese Vorgänge wiederholen sich in rascher Folge.

ca. 1/4 natürl. Grösse.

Fig. 2.

Gleichstrom-Differential-Lampe M. VIII.

Zur Dämpfung der Bewegungen des Ankers ist eine Luftbremse angebracht.

Bei der in Figur 3 abgebildeten Nebenschlussbogenlampe für Wechselstrom Modell IXa besteht der Regulirmechanismus aus zwei nebeneinanderstehenden Electromagneten, deren Anker hohle Cylinder bilden und durch leicht bewegliche Winkelhebel untereinander so verbunden sind, dass sich dieselben gegenseitig in ihrer Bewegung beeinflussen. Durch diese Anordnung wird erreicht, dass das bei Wechselstrombogenlampen so vielfach unangenehm berührende Rasseln gänzlich vermieden wird. Es bedarf nur eines minimalen Stroms in den beiden Magnetspulen, um die Anker einzuziehen, die Reibung ist die denkbar geringste und das Licht der Lampe ist absolut ruhig und gleichmässig.

ca. 1/4 natürl. Grösse.

Fig. 3.

Wechselstrom-Nebenschluss-Lampe M. IXa.

Befindet sich die Lampe in stromlosem Zustande, so stehen die Anker der Magnetspulen in die Höhe. Das Laufwerk wird durch das Echappement, das sich an einen Bremshebel anlegt, arretirt. Beim Einschalten der Lampe werden beide Magnetanker gleichzeitig angezogen, das Laufwerk wird frei, die Kohlenstifte nähern sich bis zur Berührung, wodurch die Nebenschlussmagnete stromlos werden, die Anker in die Höhe gehen, das Laufwerk zurückfällt und arretirt wird. Der Lichtbogen ist alsdann gebildet.

Ueber dem Lichtbogen ist bei dieser Lampe ein kleiner, weiss emaillirter Reflector angebracht.

Die Differential-Bogenlampe für Wechselstrom Modell IXb ist in Figur 4 abgebildet. Bei diesem Modell ist die Hauptstromspule nicht wie bei der Gleichstrom-Differentiallampe über der Nebenschlussspule, sondern gegenüber letzterer angebracht. Die cylinderförmigen hohlen Anker der beiden Spulen sind miteinander verbunden und stehen gleichzeitig mit dem Laufwerk in Verbindung. Die Anker stellen sich je nach der überwiegenden Stromstärke des einen oder anderen Magneten ein und diesen Bewegungen muss das Laufwerk folgen. Im stromlosen Zustande ist der Anker des Nebenschlussmagneten eingezogen; sobald man die Lampe einschaltet, zieht indessen der Hauptstrommagnet seinen Anker an, der Anker des Nebenschlussmagneten wird alsdann frei, das Laufwerk wird arretirt und der Lichtbogen bildet sich. — Auch bei diesem Modell befindet sich unmittelbar über dem Lichtbogen ein kleiner, weiss emaillirter Reflector. Das Reguliren der Lampe auf andere Stromstärken erfolgt durch Verschieben der auf die Magnetanker einwirkenden Bleigewichte.

Ausser vorstehend beschriebenen 4 Lampentypen, die sämmtlich mit Armatur-Führungsrohren versehen sind und eine stabile, äusserst kräftige Construction aufweisen, bringt die Firma als Modell X eine leichter gebaute Nebenschlussbogenlampe auf den Markt, die in Figur 5 veranschaulicht ist. Bei dieser Lampe ist es der Fabrik gelungen, den Preis der Lampe erheblich zu reduciren. Der Mechanismus von Modell X für Gleichstrom ist genau derselbe wie derjenige der Lampe Modell VII und für Wechselstrom wie derjenige von Modell IXa. In Bezug auf dauernd tadelloses Functioniren steht das Modell den grösseren Typen in keiner Beziehung nach, es hat vor diesen den Vorzug der gedrängteren Bauart und des geringeren Gewichts, was die Lampe für den Export besonders geeignet macht. Die zu dieser Lampe gehörende Specialarmatur ist aussen und innen wetterfest emaillirt, so dass sich die Lampe nicht nur zur Beleuchtung von Innenräumen eignet, sondern auch zur Beleuchtung öffentlicher Strassen und Plätze dienen kann. Die Lampe kann trotz des gedrängten Baues mit beliebiger Stromstärke von 1–15 Ampère beansprucht werden. Die Armatur ist gut ventilirt, sodass eine zu starke Erwärmung auch bei hoher Stromstärke ausgeschlossen ist. Die Schattenbildung bei dieser Lampe ist geringer als bei den Lampen mit seitlichen Führungsrohren.

ca. 1/4 natürl. Grösse.

Fig. 4.

Wechselstrom-Differential-Lampe M. IXb.

ca 1/4 natürl. Grösse.

Fig. 5.

Nebenschluss-Lampe M. X.

Die neueste Construktion der Firma, die

Krystall-Lampe

ist in Figur 6 und 7 abgebildet. — Die bisher gebräuchlichen Bogenlampen, bei denen stets die Verwendung grosser Glasglocken erforderlich ist, besitzen sämmtlich den Nachtheil, dass die grossen Glocken viel Licht absorbiren, ausserdem ist das Licht ungleichmässig vertheilt, die unteren Führungsstangen und Rohre werfen breite Schattenstreifen, aus welchem Grunde bisher die Verwendung von Bogenlampen für Räume, die einer absolut gleichmässigen Beleuchtung bedurften, nicht möglich war. Im Gegensatz zu allen bisher gebräuchlichen Bogenlampen sind nun bei der Krystall-Lampe diese Mängel gänzlich vermieden, es wird bei derselben die denkbar grösste Lichtausbeute erzielt und es findet eine absolut gleichmässige Lichtvertheilung statt, so dass diese Lampe die indirecte Beleuchtung vielfach ersetzt und sich dieser gegenüber durch den weit grösseren Nutzeffect auszeichnet. — Die Lampe ist mit doppelt prismatischer Kugelglocke versehen, deren innere und äussere Wandungen unter sorgfältigster Beobachtung der Gesetze über Brechung und Beugung der Lichtstrahlen konstruirt sind. — Die untere Oeffnung der Glocke ist durch die cylinderförmige leicht abnehmbare Aschenkapsel fest verschlossen. —

ca. 1/7 natürl. Grösse.
Fig. 7. Specialarmatur zur Krystall-Lampe.

Führungsstangen und Kohlenhalter sowie der untere Theil der Armatur sind vernickelt, die Lampe hat im Gegensatz zu den vielfach unschön ausgeführten Lampen mit grosser Glocke ein gefälliges Aussehen, was dieselbe für Schaufensterbeleuchtung sehr geeignet macht; die ausgelegten Gegenstände werden bei dem schattenfreien Licht klarer und wirkungsvoller dargestellt. Für Effectbeleuchtung wird die Krystall-Lampe auch mit blauer, grüner, rother und gelber Prismaglocke geliefert.

ca. 1/4 natürl. Grösse.
Fig. 6.
Krystall-Bogenlampe.

Die Krystall-Lampe ist mit aussen und innen wetterfest emaillirter Spezialarmatur versehen und eignet sich gleich vorzüglich für Aussen- als Innenbeleuchtung. Die Lampe kann ebenfalls mit einer Stromstärke von 1—15 Ampère gebrannt werden. Die Krystall-Lampe für Gleichstrom hat denselben Mechanismus wie die Lampe Modell VII und ist in der nebenstehenden Figur abgebildet, der Mechanismus der Krystall-Lampe für Wechselstrom entspricht demjenigen der Lampe Modell IXa. — Von Wichtigkeit für den Export ist, dass sich die Glocke zusammengelegt verpacken lässt, wodurch sich die Emballage und Frachtspesen ganz erheblich reduziren und ein Zerbrechen der Glasglocken während des Transports ausgeschlossen ist.

Besonderer Erwähnung verdient der in Fig. 8 dargestellte Widerstand D. Dieser Widerstand zeichnet sich vor den sonst üblichen Vorschaltwiderständen dadurch aus, dass bei demselben kein Porzellancylinder zur Verwendung kommt; der Widerstand

Fig. 8.

Fig 9.

besteht aus einer einzigen vollkommen freiliegenden Spirale aus Superiordraht, die einen ungehinderten Luftzutritt und Abkühlung gestattet. Der Widerstand besitzt neben der grossen Billigkeit den Vorzug, dass das Gewicht bedeutend geringer ist als dasjenige der Widerstände mit Porzellancylinder. Die Regulirung lässt sich bequem ausführen. Der Widerstand ist mit emaillirtem Schutzgehäuse versehen.

In Fig. 9 ist ein automatischer Kurzschlussapparat für Bogenlampen abgebildet, bestehend aus regulirbarem Ersatzwiderstand, automatischem Umschalter sowie Handumschalter.

Der Apparat kann bei paarweiser Parallelschaltung, sowie bei Serienschaltung verwendet werden. — Derselbe gestattet ohne Störung für die übrigen in demselben Stromkreise brennenden Lampen einzelne Lampen auszuschalten.

Sind an einer Lampe die Kohlen abgebrannt, so schaltet sich diese Lampe von selbst auf den Widerstand und die zweite, resp. die weiteren Lampen brennen ohne Störung fort.

Es können während des Betriebes Kohlen eingesetzt und Lampen ausgetauscht werden. Beim Verlöschen einer Lampe durch abgebrannte Kohlen ist ein Verbrennen der Nebenschlussspule ausgeschlossen, da nicht mehr Strom durch die Spule geht wie bei normalem Betriebe.

Die Firma liefert ihre sämmtlichen Bogenlampen auch mit eingebauter automatischer Kurzschlussvorrichtung und einem durch letztere einzuschaltenden eingebauten Ersatzwiderstand.

Ausser den Bogenlampen, wie solche im Allgemeinen zu Beleuchtungszwecken dienen, nebst den dazu gehörenden Nebenapparaten, fabrizirt die Firma auch elektrische Scheinwerfer. — Sowohl für Bühnen- und Effectbeleuchtung, als auch zur Beleuchtung grösserer Strecken, für militärische Zwecke und die Marine, sowie für Fontainebeleuchtungen werden in der Fabrik eine ganze Anzahl Apparate hergestellt. Sämmtliche Scheinwerfer sind sowohl mit Hand- als automatischer Regulirung versehen.

Für Bühnenbeleuchtung ist der von der Firma construirte Apparat beachtenswerth, da bei demselben der übliche Neusilberhohlspiegel fehlt, dagegen vor dem Lichtpunkt eine mit heller Flüssigkeit gefüllte Glaskugel als Sammellinse eingebaut ist. Der Effect ist ein weit günstigerer, als bei Scheinwerfern mit Neusilberreflector, da sämmtliche Lichtstrahlen durch die Glaskugel gesammelt werden und nahezu parallel auf den zu beleuchtenden Gegenstand fallen. Es erscheint daher auf der Bühne nur ein heller Kreis, der durch Verschiebung der Lichtquelle nach Belieben vergrössert oder verkleinert werden kann, während die Umgebung absolut dunkel bleibt. Ein weiterer Vorzug dieses Scheinwerfers beruht darin, dass die von dem Lichtbogen ausgestrahlte Hitze durch die Glaskugel vollständig absorbirt wird, der Lichtstrahl ist voll-

Fig. 10.
Photographische Lampe.

ständig kalt und ermöglicht es, für Effectbeleuchtung an Stelle von Buntglasscheiben die weit lichtdurchlässigeren farbigen Gelatinescheiben zu verwenden, wodurch eine bedeutend grössere Wirkung erzielt wird.

Bei der in den Apparat eingebauten verschiebbaren kleinen Stehlampe stehen die beiden Kohlenstifte im Winkel einander gegenüber, sodass sich der Lichtbogen einseitig bildet und das directe Licht gegen die Glaskugel fällt. Die Stehlampe zu diesem Apparat ist bequem herausnehmbar, sodass es z. B. möglich ist, einen eventuell vorhandenen Scheinwerfer für Wechselstrom gegebenen Falls durch Auswechseln der Lampe in einen solchen für Gleichstrom umzuwandeln. Ebenso kann die Stehlampe, welche sowohl automatische als Handregulirung besitzt, in Projektionsapparate, Kinematographen etc. eingebaut werden.

Fig 11.
Grosser elektrischer Copir-Apparat.

Auch für photographische Zwecke baut die Firma eine Anzahl Spezialbeleuchtungskörper, die bei der immer allgemeiner werdenden Verwendung von elektrischem Licht zu diesem Zweck von Wichtigkeit sind.

In Fig. 10 ist ein Apparat abgebildet, wie derselbe von Photographen vielfach zu Reproduktionsaufnahmen und ähnlichen Zwecken Verwendung findet. Dieser Apparat besteht aus einer mit Hand- und automatischer Regulirung versehenen Bogenlampe, die an einem fahrbaren Gestell auf- und

abwärts bewegt werden kann und aus einem den Lichtbogen umgebenden, innen mattweiss emaillirten, ausziehbaren Reflector. Vor diesem Reflector ist zur bequemen Einsetzung einer matt geschliffenen oder rothen Glasscheibe ein verschiebbarer Rahmen angebracht. Die Bogenlampe ist für eine Gesammtkohlenlänge von 400 mm eingerichtet, der Apparat wird sowohl für Gleich- als Wechselstrom geliefert.

Von noch grösserer Wichtigkeit ist die Verwendung der elektrischen Bogenlampe zu Copirzwecken, wofür die Firma auf Grund langjähriger Erfahrungen den in Fig. 11 dargestellten grossen elektrischen Copirapparat construirt hat.

Der Apparat, welcher als Ersatz des Sonnenlichtes dazu dient, eine Fläche vollständig gleichmässig zu beleuchten, ermöglicht es auch bei trübem Wetter und nach Sonnenuntergang Copien herzustellen. Der Apparat ist daher besonders im Winter für Photographen, sowie auch für Lichtpausanstalten, Lichtdruckanstalten, ferner für alle technischen Geschäfte, Maschinenfabriken etc., welche Lichtpausen benöthigen, werthvoll, indem dieselben mit der Herstellung von Copien und Lichtpausen nicht mehr auf die wenigen Tagesstunden während der Wintermonate angewiesen sind, sondern ihre Arbeiten ungehindert fortsetzen können, ohne von den Witterungsverhältnissen und dem Sonnenlicht abhängig zu sein.

Um eine Fläche von ca. 1 Quadratmeter gleichmässig zu beleuchten, genügt ein Apparat, wie ihn Fig. 11 veranschaulicht. Derselbe besteht aus 4 elektrischen Bogenlampen, von denen jede mit Hand- und automatischer Regulirung versehen ist und einen aus drei Flächen bestehenden, innen mattweiss emaillirten Winkelreflector besitzt. Je zwei dieser Lampen sind an einem gemeinsamen Gestell aus Schmiedeeisen in der Weise angebracht, dass dieselben auf- und abwärts bewegt werden können, je nach der Grösse der zu beleuchtenden Fläche.

Bei rechteckigen Flächen von mehr als einem Quadratmeter empfiehlt es sich, ein drittes Gestell mit 2 Bogenlampen und 2 aus je 2 Flächen bestehenden Winkelreflektoren zwischen den beiden Endgestellen zu placiren. Bei grossen quadratischen Flächen sind 4 derartige Lampen hinzuzunehmen, ausserdem kommt noch eine, mit einem nur aus einer Ebene bestehendem Reflector versehene Lampe in die Mitte des mittleren Gestells, sodass man mit 9 Lampen und entsprechenden Winkelreflectoren eine Fläche von ca. 2½ Quadratmetern gleichmässig beleuchtet.

Je nach der Verwendungsart, der Stromstärke, der Lichtempfindlichkeit des Papiers etc. werden mit dem Apparat Copien und Lichtpausen in einer Viertelstunde bis zu einer Stunde erzielt.

Gegründet 1884 unter der Firma Lechner & Spohr. Im Jahre 1886 ging das Geschäft in den alleinigen Besitz von H. Ch. Spohr über; im Jahr 1891 wurde die Firma wie jetzt lautend umgeändert.

Fig. 1.

Als Betriebskraft der Arbeitsmaschinen dient ein Wechselstrom-Elektromotor, welcher an die Städtische Centrale angeschlossen ist.

Die Fabrikation umfasst alle, für die Zeit und den Meldedienst erforderlichen Schwachstrom-Apparate, deren Herstellung in das Gebiet der Feinmechanik verweisen und deren gute, dauernde Funktion von präcisester Ausführung abhängig ist.

Specialität ist die Anfertigung sämmtlicher Apparate für elektrische Wasserstandsfernmeldung nach eigenen Systemen und D. R. G., ferner Haupt- und Nebenuhren — eigenes System D. R. P. und D. R. G. — für elektrische Uhren-Anlagen, Signal- und Wächterkontrolluhren. Die hauptsächlichsten Specialapparate für elektrische Wasserstandsfernmeldung sind:

Fig. 2.

Figur 1. Contaktwerk für elektrische Wasserstandsfernmeldung mit Sonder-Contakt für den zulässig höchsten und tiefsten Wasserstand. — Die constructive Durchbildung dieses Werkes lässt es zu, dass jeder beliebige Wasserstandsunterschied gemeldet werden kann, so z. B. von 1—1 cm, 2—2 cm, $2^1/_2$ bis $2^1/_2$ cm, 5—5 cm u. s. w. — In der ausgedrehten Rille des Rades S liegt das den Schwimmer und das Gegengewicht tragende Drathseil, welches die Wasserschwankungen auf das direkt mit dem Seilrad gekuppelte Zahnrad Z überträgt. Die Wippe W hebt bei einer Bethätigung durch das Zahnrad Z nach der einen oder der anderen Seite, entweder den Hammer H oder H^1 in die Höhe. — Hat die untere Nase der Wippe W den höchsten Punkt des betreffenden Zahnes überschritten, dann fällt der Hammer herunter, trifft das entsprechende Balancierrad R oder R^1 und einer der Contakte C oder C_1, dessen langer Contakt-Arm auf der excentrischen Welle von R oder R^1 aufliegt, schliesst sich. — Dieses Werk, welches schon seit 10 Jahren in Betrieb ist, hat sich im Funktioniren und in Bezug auf Stabilität vorzüglich bewährt. —

Figur 2. Registrirwerk zum fortlaufenden Anzeigen und Aufzeichnen der Wasserstände. Das Obertheil von Fig. 2. stellt ein Zeigerwerk dar, welches zur Angabe der von dem Contaktwerk gemeldeten Wasserstände bestimmt ist. Die einfache Construktion sichert diesem Werke langjährige Betriebsdauer. Ein mehrmaliges Weitergehen kann nie erfolgen, das Werk arbeitet auf die grösste Entfernung mit den schwächsten Strömen.

Die Registrirwerke werden mit verschiedenen Aufzeichenvorrichtungen und Ausstattungen eigener Construktion geliefert. Die aufgezeichneten Curven auf den Diagrammen zeichnen sich durch grösste Deutlichkeit und Genauigkeit aus.

Figur 3 stellt ein grosses Registrirwerk dar, das den Wasserstand in 4 Hochreservoiren und den Stand von 2 Quecksilber-Manometern der Quell- und Flusswasserleitung der Stadt Frankfurt a. M. fortlaufend elektrisch anzeigt und graphisch aufzeichnet.

Fig. 3.

Die bewährtesten Spezialconstruktionen für elektrische Uhren-Anlagen sind nachstehende:

Fig. 4. Wechselstrom-Zeigerwerk-Modell A (D.R.G.) mit oszillirendem Anker. Dieses Werk wird zum Betrieb kleiner elektrischer Nebenuhren verwandt und ist, in Folge seiner Einfachheit, ein billiges brauchbares Zeigerwerk.

Die besonderen Vorzüge sind: möglichst einfache Wirkungsweise; sichere Sperrung ohne besondere Vorrichtungen dafür; grosse magnetische Kraftwirkung; die durch die eigenartige Form des Elektromagnetankers und der Polschuhe entsteht; leichte Reinigung durch jeden Uhrmacher, da keine verstellbaren Theile vorhanden sind; ferner präzises Einstellen der Zeiger und die durch die Einfachheit des Werkes erreichte Billigkeit.

Fig. 4.

Fig. 5. Wechselstrom-Zeigerwerk Modell B (D.R.P.) mit polarisirten, rotirenden Ankern.

Die durch die Anordnung der Anker und Elektromagnete entstehende elektromagnetische Kraftwirkung und die äusserste Ausnützung derselben bei der Uebertragung auf das Minutenrad, ergeben schon mit schwachen Strömen eine ganz bedeutende Leistung. — Ausserdem lässt die Construktion des Modells B die Verdoppelung der Eisenanker ohne weiteres zu, was die Kraftwirkung abermals erheblich erhöht, dadurch ist ein Werk geschaffen, welches auch die grössten Zeiger mit Leichtigkeit fortbewegt.

Ausserdem zeichnet sich das Werk durch folgende Vorzüge aus:

Doppelten Antrieb des Minutenrades,
Die vier Elektromagnetpole, wodurch eine grosse elektromagnetische Kraft entsteht,
Die rotirende Ankerbewegung von 90°,
Den fast geräuschlosen Gang in allen Lagen,
Die Einfachheit des Werkes.

Die entstehende grosse Kraftwirkung, nämlich eine zweifache Anziehung und zweifache Abstossung, und die durch Verdoppelung der Anker bei grossen Werken entstehende vierfache Anziehung und vierfache Abstossung, also achtfache Wirkung, durch die es ermöglicht ist, die grössten Zeiger zu bethätigen.

Die Haupt--Uhren für elektrische Uhrenanlagen sind mit Momentausschaltung der Linien-Contakte und einer Vorrichtung zur Vernichtung des Extrastromfunkens versehen, wodurch einerseits der Abnutzung und der Verschleissung der Contakte Einhalt gethan ist und andererseits die Batterie möglichst geschont wird.

Der Firma wurde die Lieferung und Installirung der Städtischen Telephon-Anlage vom hiesigen Stadtmagistrat übertragen, bei welcher die Sprechtelephone — Patent Spohr — in Anwendung kamen. Die Anlage wurde im Herbst 1885 in Betrieb gesetzt. Von dieser Zeit an hat sich die Anlage fortwährend ausgedehnt so dass jetzt 225 Endsprechstellen vorhanden sind, die von der Firma Spohr unterhalten und ausgebaut werden.

Fig. 5.

Elektrische Wasserstandsfernmelder-Anlagen (bis zu den grössten, siehe Figur 3), wurden geliefert und ausgeführt für fast sämmtliche Königliche Eisenbahn-Telegraphen-Inspektionen Deutschlands, für viele städtische Wasserwerke, Klärbecken, Sielanlagen, Gasanstalten und Installations-Geschäfte. — Elektrische Uhren-Anlagen für Staats- und Stadtbehörden, Corporationen und Uhrmacher. Die Erzeugnisse finden auch Absatz nach Oesterreich-Ungarn, Russland und den Niederlanden.

Die Elektrotechnische Zeitschrift No. 38, Jahrgang 1890, brachte folgende Zeilen, welche die ersten Jahre unserer, unter dem Namen Staudt & Voigt im Jahre 1885 gegründeten und am 1. Januar 1886 eröffneten Fabrik am besten illustriren:

»In bescheidenen Verhältnissen begründet, beschäftigte sich die Firma während der ersten $2^1/_2$ Jahre mit Versuchen und Construktion neuer Apparate, sowie mit Installation von Beleuchtungsanlagen, um die praktische Brauchbarkeit der eigenen Erzeugnisse zu erproben. Nach Ueberwindung der unausbleiblichen Kinderkrankheiten und nachdem fortgesetzte Versuche die neuen Apparate als durchaus betriebssicher und praktisch erwiesen hatten, wurde ein grösseres Fabriklokal gemiethet. Die ersten Apparate kamen im Winter 1888 auf den Markt und fanden sehr beifällige Aufnahme. Durch diesen Erfolg ermuthigt und durch die wachsende Nachfrage zu Vergrösserungen veranlasst, entschloss sich die Firma Staudt & Voigt, das soeben erst fertig eingerichtete Fabriklokal zu verlassen und ein eigenes Heim zu erwerben. Die neue Fabrik wurde Ende 1889 fertig gestellt und sofort bezogen.

Die Arbeiterzahl, welche 1886 3, 1887 8, 1888 25 betrug, stieg bis Ende 1889 auf 90 Mann, und jetzt — 1890 — ist das erste 100 überschritten.

Die Fabrik zerfällt in 2 Hauptabtheilungen: 1. Die Massenfabrikation, in welcher Glühlampenfassungen verschiedener Systeme, kleine Sicherheitsschaltungen und Ausschalter, Reflektoren, Schirm- und Schalenhalter, Wand- und Deckrosetten, Schutzkörbe für Lampen etc. hergestellt werden. Zu dieser Abtheilung gehören in erster Linie: die Schnitt- und Stempelmacherei, die Presserei, Stanzerei und Zieherei, sowie die Zusammensetzerei. 2. Die mechanische Abtheilung. Hier werden Ausschalter und Bleischaltungen bis zu 1000 A und mehr hergestellt, Regulatoren, Lade- und Entladeapparate für Accumulatorenanlagen, Einschalteapparate für Elektromotoren, komplete Schalttafeln für Elektrizitätswerke, Zentralanlagen etc., Vertheilungstableaux. Ausser den genannten Hauptbetrieben sind noch eine Anzahl anderer Werkstätten vorhanden zur Unterstützung der ersteren. Zunächst die Werkzeugmacherei und Schlosserei, in letzterer werden die eisernen Gestelle für grosse Schalttafeln, Bogenlampenaufzugswinden, Leitrollen dazu, einfache Wand- und Hängearme, überhaupt Eisenarbeiten und Spezialtheile für Installationen hergestellt, ferner ist eine Schmiede, eine Schreinerwerkstatt, eine Lackirerwerkstatt, sowie ein mit Spezialmaschinen ausgestatteter Raum zum Bohren und Bearbeiten der Steine vorhanden.

Im Allgemeinen mag vorausgeschickt werden, dass die Firma von Anfang an die Forderung stellte, dass als Isolirkörper bei elektrischen Beleuchtungsartikeln

nur Stein (Schiefer oder Serpentin) oder Porzellan Anwendung finden sollten. In Fig. 1 ist der Universalausschalter mit U-förmigen Contakten abgebildet. Der Griff- oder Druckhebel sitzt auf gleicher Achse mit dem Contakthebel. Letzterer steht unter der Einwirkung einer Abreissfeder, welche bestrebt ist, ihn aus den Contakten herauszureissen, sobald er nicht genügend tief eingedrückt ist. Bei vollständiger Einschaltung ist die Reibung der scharf umgebogenen Contaktfedern so bedeutend, dass die Abreissfeder allein nicht im Stande ist, den Contakthebel aus den Contakten herauszureissen. Letzteres ist vielmehr nur durch Anwendung des Griffhebels möglich. Der Griffhebel hat zwei Anschlagspunkte, von denen einer beim Einschalten auf den Contakthebel vor der Achse drückt, während der andere beim Ausschalten wenn man also den Griffhebel nach rückwärts zieht, hinter der Achse auf den Contakthebel drückt. Zwischen diesen beiden Anschlägen hat der Contakthebel ein Stück Weg als freien Spielraum. Beim Ausschalten wird dieser Weg unter der Einwirkung der Abreissfeder zurückgelegt, sobald der Kontakthebel genügend weit aus den Contakten herausgezogen ist, sodass die Federkraft die Reibung überwindet. Die in Fig. 1 abgebildete Construktion gestattet sehr leicht die Anbringung von Kohlencontakten, bestimmt den Unterbrechungsfunken aufzunehmen, wodurch die eigentlichen Contaktstellen sauber erhalten werden. Dieser Kohlencontakt besteht aus einem prismatisch zugeschnittenen Stück Lampenkohle, welches in einer geeigneten Führung gelagert ist und durch eine Feder seitlich gegen die Flächen des Contakthebels gedrückt wird.»

Aus vorstehenden Zeilen ergiebt sich, dass unsere Firma zu einer Zeit, wo im Allgemeinen noch gar nicht an die heute existirenden Installationsvorschriften zu denken war, doch schon die Nothwendigkeit erkannt hatte, für Schaltapparate nicht Holz, sondern nur Stein und Porzellan als genügende Unterlage für die stromführenden Theile zu benutzen, dass wir ferner von Anfang an das jetzt soviel angewendete freie Herausspringen der Contaktmesser behufs Minderung des Unterbrechungsfunkens, ebenso zum gleichen Zwecke die Kohlenunterbrechung benutzten; schon unsere ersten Bleischaltungen hatten den Stromstärken entsprechend abgestufte Patronen, welche gegenseitig nicht vertauscht werden konnten, Stege zwischen den verschiedenen Polen und eine Menge anderer, jetzt als selbstverständlich betrachtete Gegenstände und Anordnungen, die erst in den letzten Jahren zu allgemeiner Anerkennung und Anwendung gelangt sind. Um die Montage zu erleichtern, suchten wir die Anschlüsse so einfach wie möglich zu gestalten; unsere ersten Apparate hatten sämmtlich Drahteinführungen von unten; um Löthungen zu ersparen, hatten wir Abzweigungen und Kreuzungen konstruirt; für alle diese Sachen war die Zeit noch nicht gekommen und wir fanden keine Beachtung mit diesen Arbeiten.

Trotzdem entwickelte sich das Geschäft durch den guten Absatz, den die grösseren Apparate fanden, günstig weiter, sodass fortgesetzt Vergrösserungen stattfanden, welche schliesslich zum Erwerb des Grundstückes führten, auf dem die jetzige Fabrik steht. Eine Erkrankung steigerte jedoch ein Nervenübel des damaligen Theilhabers Staudt derart, dass er gerade an dem Zeitpunkt, an welchem das Geschäft die schwersten Jahre hinter sich hatte und sich zu steter Weiterentwickelung anschickte, auf Rath der Aerzte austreten musste; an seine Stelle trat

anfangs 1891 der jetzige Theilhaber A. Haeffner, seit welcher Zeit der Name der Firma in Voigt & Haeffner umgewandelt ist.

Auch unter der neuen Flagge blieb der Kurs der alte; das Geschäft blieb auf Apparatenbau beschränkt. Das Schiff fuhr unter dem Ballast der vielen, der Sturm- und Drangperiode des Schaffens und Umwälzens entstammenden Modelle zu schwer; es trat eine Sichtung ein und da neuere Versuche bewiesen hatten, dass Vieles im Schalterbau zu vervollkommnen sei, so wurden die alten Modelle verlassen, um neue Modelle, welche als System Voigt & Haeffner typisch geworden sind, zu schaffen. Gleichzeitig wurde durch eine klar geplante Organisation ein Grundriss für die Weiterentwickelung des Geschäftes festgelegt, und hauptsächlich auf Normalien hingearbeitet. Ein kurzer Rückblick auf den Gedankengang, der die Grundlage des jetzigen V. & H.-Drehschalters bildete, mag hier am Platze sein:

Die ersten Ausschalter, welche für elektrische Lichtleitungen hergestellt wurden, waren vergrösserte Construktionen aus der Telegraphentechnik; ein einfacher Metallhebel mit einem isolirenden Griff, drehbar in dem einen zuführenden Contakt, konnte durch Drehung auf den zweiten, den ableitenden Contakt, gestellt werden. Für ganz geringe Stromstärken konnte eine solche Construktion wohl Verwendung finden, für höhere Stromstärken war sie unzulässig, wie die Praxis genügend erwiesen hat. Bald zeigte es sich, dass das Publikum diese Art Ausschalter als eine amüsante Spielerei anzusehen pflegte, indem es den beim Ausschalten entstehenden Funken durch möglichst langsames Drehen des Hebels zu recht glänzender Entwicklung zu bringen suchte; die Folge davon war schnelles Wegbrennen der contaktbildenden Theile. Diesem Uebelstande wurde begegnet, indem man den Ausschalter mit einer Kapsel überdeckte, wobei es naturgemäss erschien, den Griff nicht mehr am Ende des Contakthebels, sondern in der Mitte desselben als Drehknopf oder Drehgriff zu befestigen. Eine Vervollkommnung erhielten die Ausschalter bei dieser Umänderung dadurch, dass der Contakthebel mit einer Abreissfeder verbunden wurde, sodass derselbe im ausgeschalteten Zustande unter dem Einfluss dieser Feder stets eine Ruhelage möglichst weit entfernt von den Contakten einnehmen muss. Diese Construktion ist auch jetzt noch vielfach im Gebrauch und bewährt sich bei sachgemässer Behandlung. Sobald jedoch das Spielbedürfniss des Publikums sich geltend macht, verbrennen auch hier bei langsamem Ausschalten die Contakte, da der Contakthebel mit dem Griff ein Stück bildet. Diesen Uebelstand suchten Staudt & Voigt bereits im Jahre 1887 dadurch zu beseitigen, dass der Griff lose auf die Drehachse gesetzt wurde. Durch eine Mitnehmer-Vorrichtung wurde der Contakthebel beim Einschalten auf die Contakte hinaufgedreht, wobei die Abreissfeder gespannt wurde. Im eingeschalteten Zustande blieb der Contakthebel durch die Reibung auf den Contakten festsitzen; beim Ausschalten jedoch schnellte er unter der Einwirkung der Feder von den Contakten zurück, wodurch die Funkenbildung namhaft verringert wurde. Dieses Princip der Ausschalter ist von vielen Fabriken des In- und Auslandes adoptirt worden. Alle diese Construktionen besitzen Reibungscontakte, bei welchen der Contakthebel entweder aus einem massiven Stück, oder aus einer Anzahl einzelner federnder Blechstücke besteht. Letztere haben den offenbaren Vorzug, dass durch die einzelnen Lamellen eine grössere Anzahl von contaktbildenden Stellen gewährleistet ist, als bei der Anwendung eines einzelnen

massiven Stückes, welches selbst bei bester Arbeit kaum die Contaktfläche so innig berühren kann, wie dies vom praktischen Standpunkt aus wünschenswerth wäre.

Eine ganz andere Art von Contaktbildung zeigen eine Anzahl Ausschalter welche im Gegensatz zu den oben besprochenen Constructionen mit Reibungs- oder *Schleif*contakten, als solche mit *Druck*contakten bezeichnet werden können. Diese Ausschalter zerfallen in zwei scharf zu unterscheidende Unterabteilungen und zwar in

1) solche, bei denen die Bildung und Unterbrechung des Contakts an ein und derselben Stelle stattfindet und

2) solche, bei denen die Unterbrechung an einer anderen Stelle als die Contaktbildung stattfindet.

Letztere Construktionen sind den ersteren aus theoretischen und praktischen Gründen vorzuziehen, da die eigentliche Contaktstelle sauberer bleibt, obwohl nicht zu verkennen ist, dass gerade vom *theoretischen* Standpunkte aus beiden Construktionen der *gemeinsame Fehler* anhaftet, dass die Contaktstelle, selbst wenn dieselbe anscheinend reichlich gross bemessen wird, *in sehr ungünstiger Weise* ausgenützt wird.

Der Contakt wird nämlich dadurch gebildet, dass entweder starre Flächen unter dem Eindruck einer Feder auf einander springen oder dass die Contakt-Theile selbst federnde Körper sind. In beiden Fällen zeigt sich, dass der im Moment des Einschaltens auftretende Rückprall ein Fünkchen entstehen lässt, welches mit der Zeit diese Stelle verschlechtert, wodurch der Contakt leidet, und ferner zeigen fast alle in dieser Weise gebauten Ausschalter trotz bester Arbeit den Fehler, dass die Federn oder sonstigen Contaktkörper eine viel geringere Berührungsfläche haben, als es der Construkteur beabsichtigte. Der Grund für diese Erscheinung ist der, dass das Contaktbilden in dem Augenblick stattfindet, in welchem die Federkraft ihre geringste Stärke entwickeln kann, selbst wenn die Federn noch so kräftig gewählt werden.

Fig. 1.

Wie schon oben bemerkt, muss eine eingehende Ueberlegung den Schleifcontakten und zumal den *Lamellencontakten* vor den aufschlagenden Flächencontakten den Vorzug einräumen und es war wohl ein sehr naheliegender Gedanke, diesen Vorzug in Verbindung zu bringen mit den Construktionen, bei welchen in fortlaufender Drehbewegung die Unterbrechung stets an den der Strombildungsstelle gegenüberliegenden Ort verlegt ist.

Diese in klarer Erkenntnis aller in Betracht kommenden Faktoren festgestellte Construktion besteht in folgendem:

Ein loser Griff, welcher mit 2 Mitnehmerzähnen versehen ist, nimmt bei der Rechtsdrehung den aus einzelnen federnden Theilen bestehenden Schleifhebel mit; der letztere ist auf einem Vierkant befestigt, welches zwischen starken Federn läuft. Beim Drehen werden diese gespannt, sodass sie nach Ueberschreitung des höchsten Punktes den Schleifhebel ein Stück weit mit grosser Kraft herumwerfen. Da dieser Hebel nicht fest mit dem Griff verbunden ist, so wirkt der Vorwärtsbewegung kein Hinderniss entgegen und der Contakthebel schnellt schleifend auf die Contaktplatte hinauf. Schon hierin liegt ein bedeutender Unterschied gegen die Aufschlagscontakte. Während bei diesen, wie früher bemerkt, im Moment der Contaktbildung die Federkraft relativ am schwächsten ist, wird hier der Ueberschuss an lebendiger Kraft dazu benutzt, die Lamellen auf die Contaktplatten hinaufzuschieben, es wird also der Vorzug des einfachen Drehschalters erreicht. Bei fortgesetzter Drehung im gleichen Sinne schleifen die Contaktfedern über die entsprechend verlängerten Contaktplatten hin, wobei die das Vierkant umschliessenden Federn wieder gespannt werden, sodass nach Erreichung der höchsten Stellung desselben ein kräftiges Herumwerfen des Würfels und damit eine rapide Unterbrechung stattfindet. Mit diesem durch den losen Griff erreichten Vortheil ist noch der weitere verbunden, dass der Griff bei Linksdrehung nicht abgeschraubt werden kann, was bekanntlich bei anderen Constructionen leicht möglich ist und häufig genug durch Spielerei geschieht.

Fig 2.

Fig. 3.

Ausschalter nach dieser Construktion werden von Voigt & Haeffner einpolig nur bis zu 15 Amp. angefertigt, 2 polig und 3 polig bis 100 Amp. Ausserdem ist derselbe Grundgedanke bei den sogenannten Hochspannungsschaltern Mod. Ö· als Construktionsprinzip benutzt.

In neuerer Zeit werden Schalter über 400 Ampère nicht mehr mit dieser Einrichtung ausgerüstet. Die Abbildungen (Figur 4, 5, 6, 7, 8) zeigen ein-, zwei- und

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

dreipolige Ausschalter, Umschalter mit federnd herausspringenden Messern und einen grossen Hebelschalter für 2500 Ampère.

Die Umschalter und automatischen Schalter lehnen sich in ihrer Construktion soweit als möglich an die Ausschalter an. (Figur 9, 10.)

Zellenschalter werden in gerader und runder Form gebaut, bei ersteren wird die Bewegung der Contaktschlitten nicht durch eine Schraubenspindel sondern

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

durch Handrad mit Kettenübertragung bewirkt, eine Einrichtung, die sich besonders gut für automatischen Antrieb eignet, wie aus beistehender Fig. 11 hervorgeht.

Eine besondere Bedeutung hat bei uns der Bau von Regulatoren erhalten; von Jahr zu Jahr hat er sich weiter entwickelt, sodass jetzt ein besonderes Berechnungsbureau und Montirraum für Regulatoren vorhanden ist. Das gleiche gilt vom Schalttafelbau. Mehr als 800 Schalttafeln, welche für fremde Rechnung gebaut wurden, haben unsere Werkstätten verlassen, darunter solche von 9 Meter Länge und für alle Stromvertheilungssysteme und Spannungen.

Folgende Statistik der Arbeiter- und Beamtenzahlen, Löhne und Gehälter zeigt die Entwickelung der Firma seit 1891.

	Arbeiter	Beamte	Löhne und Gehälter
December 1891	100	8	98 878 ℳ
„ 1892	107	9	97 739 „
„ 1893	125	16	127 882 „
„ 1894	168	20	167 948 „
„ 1895	186	24	205 459 „
„ 1896	263	27	288 914 „
„ 1897	365	40	391 169 „

Ansicht des Fabrikgebäudes.

Der zu Arbeitsräumen, Lagerräumen und Magazinen in Anspruch genommene überbaute Platz der Fabrik beträgt ca. 3900 □m, der zu Bureauzwecken benutzte ca. 440 □m. Die Fabrik ist erleuchtet durch ca. 600 Glühlampen und 8 Bogenlampen; den Strom hierfür liefert das Elektrizitätswerk Bockenheim. Von der gleichen Kraftquelle wird der Strom für 6 Drehstrommotoren, zusammen ca. 60 HP und mehrere kleine Gleichstrommotoren bezogen; eine eigene Kraftquelle ist nicht vorhanden. Die Heizung sämmtlicher Lokalitäten erfolgt durch Niederdruckdampfheizung.

Die Geschäftsleitung legte seit 1892, nachdem durch die Frankfurter Elektrotechnische Ausstellung der Name der neuen Firma und die Erzeugnisse derselben nicht nur im Inlande, sondern auch im Auslande bekannt geworden war, den grössten Werth darauf, durch Stabilität in den nun feststehenden Formen, peinliche Ausführung und sorgfältige Controlle aller Erzeugnisse Vertrauen zu gewinnen und der gewonnenen Kundschaft zu beweisen, dass sie durch zielbewusstes Vorgehen sich des Vertrauens würdig zeigen werde. Es versteht sich von selbst, dass mit der fortschreitenden Entwicklung der Technik auch stets höhere Ansprüche an die Firma, in erster Beziehung in Rücksicht auf Lieferfähigkeit gestellt wurden, welche nur durch eine Organisation, die den höchsten Ansprüchen genügt, erfüllt werden konnten. Durch die Bemühung, die einmal gewonnene Kundschaft zu Freunden zu erhalten, und Anbahnung stets neuer Absatzgebiete ist es gelungen, dass im Inlande unsere Erzeugnisse wohl in keiner Stadt von Bedeutung unbekannt sind und dass es nur wenig Länder und Plätze im Auslande gibt, wo nicht Apparate unserer Provenienz anzutreffen wären. So können wir ohne Trauern auf die vielen Enttäuschungen und Kämpfe der ersten Jahre, mit Freude auf das allmählige Erstarken unserer Position zurückblicken und wenn das Werk unserer mehr als zwölfjährigen angestrengten Arbeit jetzt ein grünes Blatt im Kranze der Frankfurter elektrotechnischen Industrie bildet, so können wir ohne Ueberhebung sagen, dass uns dies, abgesehen von den günstigen Zeitverhältnissen, in erster Linie dadurch gelungen ist, dass wir consequent den einmal beschrittenen Weg innegehalten haben, ohne uns nach rechts oder links ablenken zu lassen, getreu dem Motto:

»In der Beschränkung zeigt sich erst der Meister.«

Elektrische Blockstationen
und
Einzelanlagen
in Frankfurt am Main.

Die nachfolgende Zusammenstellung enthält in alphabetischer Reihenfolge eine Uebersicht von 92 elektrischen Einzelanlagen und Blockstationen nach dem Stande vom 1. Mai 1898.

Die grösste der aufgeführten Anlagen ist die Bockenheimer Centrale, ihr folgt der Bedeutung nach die Beleuchtungsanlage des Frankfurter Hauptbahnhofs, der sich dann die verschiedenen Blockstationen innerhalb der Stadt anschliessen, bis herab zu den Einzelanlagen, soweit dieselben in regelmässigem Betrieb stehen.

Die angeführten 92 Anlagen versorgen insgesammt etwa

1 428 Bogenlampen,
33 970 Glühlampen und
270 Motoren.

Bezüglich der Entwickelung der elektrischen Beleuchtung in Frankfurt möge eine kurze Uebersicht gestattet sein.

Wenn man von einigen mehr oder weniger gelungenen Versuchen absieht, dem grösseren Publikum elektrisches Licht bei besonderen Gelegenheiten vorzuführen — wie der Mondbeleuchtung bei der jedesmaligen Aufführung des „Propheten", oder des vom Wanderphysiker Niedergesäss im Jahre 1872 auf dem Thurm der Katharinenkirche mit 140 Zinkeisenelementen erzeugten Bogenlichtes, — so kann man als erste technisch durchgeführte elektrische Beleuchtung diejenige bezeichnen, welche bei Gelegenheit der Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure im August 1877 im Palmengarten mittels zweier kleiner Gramme'scher Maschinen erzeugt wurde. Dann kam — vor nunmehr zwanzig Jahren — die erste elektrische Anlage im Zoologischen Garten, vier Bogenlampen mit Jablochkoff'schen Kerzen, die bald durch Hefner'sche Differentiallampen ersetzt wurden. Die von Siemens & Halske gelieferte Dynamomaschine hatte 10 Ampère und 50 Volt.

Dann folgte wieder der Palmengarten mit mehreren Bogenlampen, welche bei dem beschleunigten Wiederaufbau des abgebrannten Gesellschaftshauses namentlich zur Beleuchtung der Baustelle dienten. Im Jahre 1881 gab die Allgemeine Deutsche Patent- und Musterschutz-Ausstellung einer grösseren Zahl von Firmen Gelegenheit die inzwischen gemachten Fortschritte auf dem Gebiete der elektrischen Beleuchtung den Besuchern vorzuführen. So finden wir u. A. H. G. Möhring in Frankfurt am Main mit einer *„elektrischen Beleuchtung mit Einzellichtern und getheilten Strömen"*, welche allabendlich einen Theil des Gartens beleuchtete, dann Siemens & Halske in Berlin mit einer *„Wechselstrom-Maschine ohne rotirendes*

Eisen", dann eine *„rotirende Dampfmaschine, combinirt mit einer dynamo-elektrischen Maschine in Licenz vom Fürst Dolgoruki"* im Betrieb mit fünf Bogenlampen, *„eine Glühlichtlampe nach Marcus in Wien"* u. s. w. Von der gleichen Firma wurde auch schon eine kleine Kraftanlage vorgeführt und eine elektrische Bahn während der ganzen Dauer der Ausstellung in regelmässigem Betrieb erhalten, welche, als eine der ersten in Deutschland, wohl allen Besuchern noch in gutem Andenken ist.

Die erste Glühlichtanlage wurde von H. G. Möhring in der Deutschen Effecten- und Wechselbank, mit 60 Glühlampen System Edison, im Herbst 1882 in Betrieb gesetzt.

Allmählich mehrten sich die Anlagen in Frankfurt, namentlich in den Brauereien und den grossen Fabriken, bis endlich am 29. April 1886 die erste Blockstation durch die Frankfurter Gasgesellschaft im Hintergebäude der grossen Eschenheimerstrasse No. 29 in Betrieb gesetzt wurde; sie versorgte ausser dem eigenen Direktionsgebäude auch den Bürgerverein, die Effectensozietät in der Börse und mehrere Läden mit Glühlampen, und dürfte wohl die erste grössere Anlage gewesen sein, bei welcher Accumulatoren zur Verwendung kamen. Ein Theil dieser Anlage, namentlich die Dampfmaschine und die Dynamo befinden sich noch heute, allerdings an anderer Stelle im Betrieb und sind unter No. 44 in der Tabelle verzeichnet.

Die Zeitfolge des Entstehens der weiteren Anlagen ist aus der Zusammenstellung ersichtlich; besonderen Aufschwung brachten die Jahre 1892/94 — also die Zeit kurz vor Eröffnung der städtischen Centrale; es entstanden die grossen Blockstationen, welche zusammenhängende Häuserviertel von einer Station aus mit Licht versorgen und vielfach durch Vereinigung der betreffenden Hausbesitzer zu Gesellschaften mit beschränkter Haftung ins Leben gerufen wurden.

Es ist in früheren Jahren darauf hingewiesen worden, dass dem allgemeinen Wohlstand und der Lebensfreudigkeit seiner Bewohner entsprechend, der Lichtverbrauch Frankfurts von jeher einer der höchsten unter allen deutschen Städten war, und es ist charakteristisch, dass trotz Eröffnung der Städtischen Centrale und trotz der überaus grossen Zahl der bestehenden elektrischen Einzelanlagen, der Gasconsum noch immer in fortwährendem Steigen begriffen ist. So steht denn auch heute noch bezüglich des Gasverbrauchs Frankfurt mit jährlich etwa 115 Cubikmetern Gas pro Einwohner an erster Stelle.

Möge es am Schlusse dieses Büchleins gestattet sein, der Hoffnung auf eine gedeihliche Weiterentwickelung unseres Gemeinwesens Ausdruck zu geben, mögen insbesondere die Worte, mit welchen der grösste Sohn Frankfurts die Augen für immer schloss, in ihrem, des Reingeistigen entkleideten Sinne, auch in Zukunft für die Vaterstadt Geltung behalten, die Worte:

„Mehr Licht".

No.	Bezeichnung der Anlage	Betriebskraft	Dynamo-maschinen	Accumu-latoren	Anzahl der Bogen-lampen von Ampère	Anzahl der Glüh-lampen à 16 NK.	Anzahl der Elektro-motoren von P.S.	In Be-trieb seit
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Accumulatoren-Werke System Pollak, A.-G., Mainzerlandstrasse 253.	1 Dampfmaschine v. Maschinenbau A.-G. Nürnberg von 270 P.S. [1]	Diverse	A. W. S. Pollak	2 à 8	220	1 à 30 1 à 10 1 à 3	1892
2	Adler-Fahrradwerke vm. Heinrich Kleyer, A.-G., Höchsterstr. 17.	1 Dampfm. v. C. Ranke Söhne v. 100 P.S. 1 Dampfm. v. Pokorny & Wittekind v. 200 P.S. 1 Dampfmasch. v. Wolf-Buckau v. 120 P.S.	1 Drehstromdyn. 650 A 110 V. 1 Drehstromdyn. 370 A 110 V. 1 Gleichstromdyn. 700 A 110 V. 1 Gleichstromdyn. 500 A 110 V. alle von E.-A.-G. v. W. Lahmeyer & Co.	A. W. S. Pollak	124 à 8	450	73 Motoren zus. 243 12 Motoren zus. 105	1896
3	Hch. Bauer, Wurstfabrik, Weissadlergasse 29.	an die Betriebsmaschine angeschlossen	1 Dyn. v. Siemens & Halske 105 A. 65 V.		4 à 4,5 2 à 9	75		1885
4	Bauer, Selbach & Co. Seidenbandfabrik, Schulstrasse 20/22.	an die Betriebsmaschine angeschlossen	1 Dynamo von der Allg. Elektr.-Ges. 100 A. 110 V.			260		1895
5	Baum & Mosbacher, Bettfedernfabrik, Höchsterstr. 22.	an die Betriebsmaschine angeschlossen	1 Dyn. von Helios A.-G. Köln 50 A. 110 V.			80		1897
6	J. Becker, Geflügelhandl., Opernpl. 12.	1 Gasmotor von Gebr. Koerting von 10 P.S.	1 Dyn. von C. & E. Fein, Stuttgart 60 A. 65 V.	Gottfr. Hagen in Kalk		30		1893
7	Bender & Gattmann, Herren-Kleiderfabr. Eschersh. Landstr. 26.	1 Dampfmaschine v. Conr. Ranke Söhne v. 12 P.S.	1 Dynamo von der Maschinenfabrik Esslingen 100 A. 67 V.		1 à 6	150		1888
8	Blockstation Alemannia und Café Bauer, Schillerpl.	1 Dampfmaschine von Pokorny & Wittekind von 50 P.S.	1 Dyn. v. Pokorny & Wittekind 300 A. 110 V.	El. M. de Khotinsky	28 à 10	1000	4 kl.	1889
9	Blockstation grosse Gallusstrasse 19, (E.-A.-G. vorm. Schuckert & Co.)	1 Dampfmaschine v. d. Sundwiger Eisenhütte von 25 P.S. 1 Gasmotor der Berlin-Anhalter Maschb.-A.-G. von 12 P.S.	1 Dyn. v. El.-A.-G. v. Schuckert & Co 150 A. 110 V. 1 Dyn. v. El.-A.-G. v. Schuckert & Co. 77 A. 110 V.	A. W. S. Pollak	6 à 6 10 à 8	842	1 kl.	1893
10	Blockstation kleiner Hirschgraben 8, (Paul Begas & Co.)	2 Gasmotore von Deutz à 35 P.S.	2 Dyn. v. E.-A.-G. v. W. Lahmeyer & Co., jede zu 225 A. 110 V.	A. F. A. Hagen i. W.	2 à 3 20 à 6 2 à 10	1400	1 à 1	1892
11	Blockstation Kaisergarten Opernpl. 2. Allgem. E.-G.	1 Gasmotor von Deutz à 30 P.S. 1 Gasmotor von Deutz à 25 P.S.	1 Dyn. d. Allg. El.-Ges. 400 A. 110 V. 1 Dyn. d. Allg. El.-Ges. 225 A 110 V.	A. F. A. Hagen i. W.	13 à 8	980		1892

1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	Blockstation Kaiserstr., Bethmannstr., gr. Hirschgraben, am Salzhaus. Ges. m. b. H. am Salzhaus 5.	2 Gasmotore von Gebr. Koerting à 35 P.S	2 Dyn. von Helios, A.-G. f. elektr. Licht- u. Telegraphenb., Köln-Ehrenfeld, jede zu 200 A. 110 V	A. W. S. Pollak	64 à 8	1200	1 à 2 2 à 3,5	1893
13	Blockstation Steinweg 7, Allgem. Elektr.-Ges.	1 Gasmotor von Deutz v. 30 P.S.	1 Dyn. d. Allgem. El.-G. 225 A. 120 V.	A. F. A. Hagen i. W.	16 à 8	500		1898
14	Blockstation Theaterplatz, Kalbächergasse, gr. Bockenheimerstr. Ges. m. b. H gr. Bockenheimerstrasse 12.	2 Gasmotore von Gebr. Koerting à 12 P.S.	2 Dyn. von Helios, A.-G. Köln, jede 75 A. 110 V.	A. W. S. Pollak	12 à 8	400	2 kl.	1894
15	Blockstation Zeil-Holzgraben G.m.b.H., Holzgraben 16.	1 Gasmotor von Deutz à 60 P.S. 1 Gasmotor von Deutz à 35 P.S.	1 Dyn. v. E.-A.-G. v. Schuckert & Co. 400 A. 110 V. 1 Dyn. v. E.-A.-G. v. Schuckert & Co. 250 A. 110 V.	A. W. S. Pollak	120 à 8	1200	1 à 9,4	1892
16	Börsengebäude, Effektensocietät, Börsenplatz.	1 Gasmotor von Deutz v. 12 P.S.	1 Dyn. der Allgem El.-G. 100 A. 110 V.	A. F. A. Hagen i. W.		300		1890
17	Brauerei Binding, Darmst. Landst. 198	an die Betriebsmaschine angeschlossen [1])	1 Dyn. Deutsche Edison-Ges. 1 Dyn. Allg. Elektr.-Ges. 1 Dyn. Elektr.-A.-G. v. Schuckert & Co. je zu 100 A. 110 V.		9 à 10	700		1886
18	Brauerei Essighaus, Darmst. Landst. 153.	do.	2 Dyn. von Gebr. Naglo, Berlin 155 A. 110 V.			100 44 à 32		1888
19	Frankf. Bierbr. A. G. vorm. H. Henninger & Söhne, Wendelsweg 64.	do.	1 Dyn. von H. G Möhring 1 Dyn. E.-A.-G. v. Schuckert & Co. 1 Dyn. Pokorny & Wittekind zus. 665 A. 110 V		5 à 6	500	1 à 3 1 à 6 1 à 8	1886
20	Brauerei von Joh Gerh. Henrich, Darmst. Landst. 125.	do.	1 Dyn. v. Siemens & Halske 300 A. 65 V. 1 Dyn. v. Pokorny & Wittekind 200 A. 65 V.		7 à 8	250 15 à 32	1 à 0,7 1 à 1,0 1 à 3,5 1 à 6,5	1890
21	Dieselbe. Neue Zeil 68.	do.	2 Dyn. v. Siemens & Halske 95 A. 100 V.	Müller u. Einbeck Hagen.		126 20 à 10		1886
22	Brauerei J. J. Jung Erben, Darmst. Landstrasse 139.	do.	1 Dyn. v. E.-A.-G vorm. Schuckert & Co. 200 A 100 V. 1 Dyn. v. E.-A.-G. vorm. Schuckert & Co. 58 A. 140 V.	A. F. A. Hagen i. W.	5 à 10	550 50 à 32	1 à 2 1 à 4	1890

1	2	3	4	5	6	7	8	9
23	Kempffs Bierbrauerei Gesellschaft, Hainerweg 44.	an die Betriebsmaschine angeschlossen.	1 Dyn. v. d. Allgem. El.-G. 100 A. 110 V. 1 Dyn. v. E.-A.-G vorm. Schuckert & Co. 117 A. 110 V. 1 Dyn. v. E-A.-G. vorm. Schuckert & Co. 75 A. 110 V.	A. F. A. Hagen i. W.	9 à 8	300	1 à 2	1896
24	Brauerei Fritz Reutlinger, Darmst. Landstr. 220/224.	do.	1 Dyn. v. E.-A.-G. vorm. Schuckert & Co. 250 A. 100 V.	A. F. A. Hagen i. W.	6 à 10	500	1 à 20	1887
25	Röderberg Brauerei, Röderberg 104.	do.	1 Dyn. v. d. Allgem. El.-G. 75 A. 110 V.	A. F. A. Hagen i. W.		400		1891
26	Vereinigte Brauereien J. H. Bauer jun., Gräff & Seeger, Darmst. Landstr. 210.	do.	1 Dyn. v. L. Wilhelm, Hanau 150 A. 110 V.		4 à 4½ 4 à 9	190 20 à 25	1 à 15 A. 1 à 5 A.	1896
27	Bürgerverein gr. Eschenheimerstr. 74.	2 Gasmotoren v. Deutz à 16 PS.	2 Dyn. d. El.-A.-G. v. Schuckert & Co. zu 100 A. 110 V.	A. F. A. Hagen i. W.		150 à 10 650 à 16 12 à 25 2 à 50	1 à 0,2 1 à 0,1	1892
28	Café Neuf, Bieberg. 8. u. Börsenplatz 7.	1 Gasmotor von Deutz v. 16 PS.	1 Dyn. d. Allgem. Elektr.-Ges. 150 A. 110 V.	A. F. A. Hagen i. W.	2 à 8 2 à 6	250	1 à 1 1 à 4	1893
29	L. Dalton & Co., Seifenfabrik, Offenbacher Landstr. 21.	1 Dampfm. von J. S. Fries Sohn von 50 P.S.	1 Dyn. v. E.-A.-G. v. Lahmeyer & Co 75 A. 110 V.		8 à 4 6 à 8	30 5 à 32		1895
30	Darmstädter Bank, Neue Mainzerst. 59.	1 Gasmotor von Deutz v. 16 PS.	1 Dyn. d. Allgem. Elektr.-Ges. 100 A. 110 V.	A. F. A. Hagen i. W.		375	1 à 2	1893
31	Deutsche Gold- und Silber-Scheide-Anstalt vrm. Roessler, Gutleutstr. 215.	an die Betriebsmaschine angeschlossen.	1 Dyn v. Siemens & Halske 140 A. 65 V. 3 Dyn. d. El-A.-G. v. Schuckert & Co.	A. E. A. Hagen i. W.	12 à 6	82	2 à 2	1894
32	Deutsche Nähmaschinenfabrik Josef Wertheim, Burgstrasse 88.	do.	1 Dyn. v. Maschfbr. Esslingen 136 A. 70 V.		10 à 8	180		1883
33	Deutsche Vereinsbank, Junghofst. 11.	1 Compoundlocomobile von R. Wolf in Buckau v. 30 PS.	2 Dyn. v. Maschfbr. Esslingen 105 A 105 V.	Gottfrd. Hagen in Kalk		50 à 10 190 à 16 135 à 25		1888
34	B. Dondorf, Druckerei Bockenheim. Landstrasse 136.	an die Betriebsmaschine angeschlossen.	1 Dyn. d. Allgem. Elektr.-Ges. 225 A. 110 V. 1 Dyn. d. Allgem. Elektr.-Ges. 400 A 110 V.	A. W. S. Polak	2 à 10	600 à 16 100 à 25		1892

1	2	3	4	5	6	7	8	9
35	Kgl. Eisenbahndirekt Hauptpersonenbhf.	2 Dampfm. v. A. Borsig, Berlin jede à 200 PS. 2 Dampfm. v. A. Borsig, Berlin jede à 125 PS.	2 Dyn v. Fritsche & Pichon, Berlin à 945 A. 127 V. 2 Dyn. v. Fritsche u. Pichon Berlin à 610 A. 127 V.	E.-A.-G. Gelnhausen	6 à 4,5 118 à 6 44 à 9 73 à 12 18 à 20	188à25 2002 à 16		1892
36	Dieselbe Staatsgüterbhnhf.	3 Dampfm. v. R. Wolf, Buckau v. je 60 PS.	4 Dyn. v. El.-A.-G. v. Schuckert & Co. v. je 200 A. 120 V.		2 à 2 2 à 4,5 36 à 6 46 à 9 20 à 12 6 à 20	73 à 25 302à16		1894
37	Elektrizitäts-A.-G. v. W. Lahmeyer & Co., Höchsterstr. 45.	1 Dampfm. v. G. Kuhn in Berg von 250 PS. 1 Dampfm. v. G. Kuhn in Berg in Ausführung.	1 Gleichstromdyn. 800 A. 120 V. 1 Drehstromdyn. 450 A. 220 V. beide v. El.-A.-G. v. W. Lahmeyer & Co.	E.-M de Khotinsky	42 à 8	1200	diverse zusamm. 119	1893
38	Dieselbe Kuhwaldstr. 60	2 Dampfm. v. Pokorny & Wittekind, jede zu 320 PS. 1 Dampfm. v. Pokorny & Wittekind, zu 800 PS.	2 Drehstromdyn. à 200 A. 700 V. 1 Drehstromdyn. à 700 A. 700 V. 2 Gleichstromdyn. à 250 A. 220 V. 2 Gleichstromdyn. à 300 A. 220 V. alle v. E.-A.-G. v. W. Lahmeyer & Co.	A. F. A. Hagen i. W.	122 à 8	3217	84 mit 483	1893
39	Christ. Enders, Wildprethandlung, Opernplatz.	an die Betriebsmaschine angeschlossen.	1 Dyn. d. Allgem. E.-G. 30 A. 110 V.	A. F. A. Hagen i. W.		37		1895
40	C. F. Fay, Lichtdruckanstalt, gr. Pfingstweidstr. 11.	1 Gasmotor von Deutz v. 4 P.S.	1 Dyn. v. d. Allgem. E.-G. 30 A. 65 V.	A. W. S. Pollak		60	1 à 1/4 2 à 1/2	1893
41	Carl Flesch, Farb- u. Gerbstoffwerk, Höchsterstrasse.	an die Betriebsmaschine angeschlossen.	1 Dyn. d. El.-A.-G. v. W. Lahmeyer & Co. 55 A. 110 V		5 à 4 4 à 6 2 à 8	110	1 à 3 1/2	1893
42	Fellner & Ziegler, Kreuznacherstrasse.	do.	1 Dyn. v. Garbe, Lahmeyer & Co. 120 A. 65 V.		9 à 8 1 à 12	70	1 à 8	1890
43	Frankfurter Dampfkorkfabrik, Gebr. Baunach, hinter dem Bahnhof 21.	do.	1 Dyn. v. El.-A.-G. v. Lahmeyer & Co. 60 A. 110 V.			70 à 10 25 à 16		1894
44	Frankfurter Gasgesellschaft, Gutleutstrasse 206.	1 Lokomobile v. Davey, Paxmann & Co., Colchester, England v. 10 P.S.	1 Dyn. v. Mather & Platt, Manchester 90 A. 140 V.			50		1886 / 1892
45	Frankfurter Generalanzeiger, gr. Gallusstrasse 1.	Dampfm. v. J. S. Fries Sohn 40 PS. [1])	1 Dyn. v. Pokorny & Wittekind 400 A. 65 V.	A. F. A. Hagen i. W.	6 à 10	400	1 à 1/2 2 à 1 1 à 2	1891
46	Frankfurter Hof, Bethmannstr. 17.	Dampfm. v. Gebr. Schmalz, Offenbach, 70 P.S.	2 Dyn. v. E.-A.-G. v. Schuckert & Co. jede 191 A. 110 V.	A. W. S. Pollak	6 à 8 1 à 10 2 à 12 4 à 16	1950	1 à 9	1897
47	Frankf. Krystalleis-Fabrik, A. Motsch, Mainzerlst. 159/161.	an die Betriebsmaschine angeschlossen.	1 Dyn. v. El.-A.-G. v. W. Lahmeyer & Co. 50 A. 65 V.	A. W. S. Pollak	3 à 8	33		1898

1	2	3	4	5	6	7	8	9
48	Frankf. Telegraphendraht- und Kabelfabrik, E. Blust, Hainerweg 129.	an die Betriebsmaschine angeschlossen.	1 Dyn. v. El.-A.-G. O. L. Kummer & Co., Dresden 57 A. 110 V.	A. W. S. Pollak		150	3 zus. 6	1892
49	Frankf. Margarin-Gesellschaft, Friedberger Landstr. 252.	do.	1 Dyn. v. Pokorny & Wittekind 120 A. 65 V.		2 à 9	100		1889
50	Frankf. Maschinenfabrik, G. m. b. H., Hanauer Landstrasse 120.	do.	1 Dyn. v. El-A.-G. v. W. Lahmeyer & Co., 45 A. 110 V.			120		1896
51	Gesellschaft des ächten Naxos-Schmirgels, Waldschmidtstr. 43/45.	do. [1])	1 Dyn. d. El.-A.-G. v. Schuckert & Co. 222 A. 110 V. 1 Dyn. d. Maschfbk. Esslingen 114 A. 120 V.	A. W. S. Pollak u. Gottfried Hagen in Kalk	4 à 5	100 à 10 400 à 16		1893
52	Gerh. Geyer, Söhne, Wildprethandlung, Goethestrasse 3.	1 Gasmotor von Deutz v. 16 P.S.	1 Dyn. d. Allgem. El.-Ges. 150 A. 110 V.	A. F. A. Hagen i. W.	20 à 8 6 à 12	158		1896
53	Giesserei u. Armat.-Fabr. Carl Beyer Sohn, Sandweg 64.	an die Betriebsmaschine angeschlossen.	1 Dyn. v. Garbe, Lahmeyer & Co. 55 A 100 V.	Gottfr. Hagen i. Kalk.	5 à 8	35		1896
54	Max Goldschmidt, Bockenh. Landstr. 10.	1 Gasmotor von Deutz v. 8 P.S.	1 Dyn. d. Allgem. El.-Ges. 60 A 110 V.	A. F. A. Hagen i. W.		300		1890
55	C. G. Hartmann, gr. Eschenh.-Str. 25.	1 Gasmotor von Deutz, 8 P.S.	1 Dyn. v. El.-A.-G. Schuckert & Co. 16 A. 110 V.		2 à 8	50		1892
56	Hartmann & Braun, obere Königstr. 9.	1 Dampfm. von G. Kuhn, Berg, 25 P.S. [2])	2 Dyn. v. El-A.-G. Schuckert & Co. zus. 150 A 110 V.	A. F. A. Hagen, A. W. S. Pollak.	10 à 8	400		1886
57	Ph. Holzmann & Co. G. m. b. H, Obermainstrasse 51.	an die Betriebsmaschine angeschlossen. [1])	1 Dyn v. El-A.-G Schuckert & Co. 560 A. 65 V.	A. F. A. Hagen i. W.	2 à 4 4 à 6 20 à 8	120	2 kleine	1891
58	G. Horstmann, Guiollettstrasse.	1 Gasmotor von Deutz, 12 P.S.	1 Dyn. d. A.-E.-G. 75 A. 110 V.	A. F. A. Hagen i. W.		300		1896
59	Hospital zum heiligen Geist, Langestr. 4.	1 Dampfm. von Gebr. Schmalz, Offenbach, von 6 P.S.	1 Dyn. v. Pokorny & Wittekind 30 A 110 V.	Müller & Einbeck Hagen		40	2 kleine	1889
60	Hôtel National, Gneisenaustr. 7.	1 Dampfm. v. Pokorny & Wittekind, v. 25 P.S	1 Dyn. v. Pokorny & Wittekind, 160 A. 110 V.	A. F. A. Hagen i. W.	6 à 8	300		
61	Hôtel de Russie, Bahnhofsplatz 4.	1 Dampfm. v. Pokorny & Wittekind, v. 20 P.S.	1 Dyn. d. Allg.-E.-G 150 A. 120 V.	A. F. A. Hagen i. W.	5 à 8	464	1 à 2 1/2	1894
62	Klärbecken-Anlage d. Stadt b. Niederrad	an die Betriebsmaschine angeschlossen.	1 Dyn. v. H. G. Möhring, 1 Dyn. v. d. Esslinger Maschfbr. v. je 30 A. 100 V.		10 à 8	8 à 16 10 à 25 6 à 32 2 à 50		1891
63	E. G. May Söhne, Eschersheimerlandstrasse 28/30.	do.	1 Dyn. v. El.-A.-G. v. Schuckert & Co, 200 A. 105 V.	A. F. A. Hagen i. W.	2 à 8	400 à 16 2 à 25		1892

1	2	3	4	5	6	7	8	9
64	E &J. Meyer, Mainzerlandstr. 420.	an die Betriebsmaschine angeschlossen.	1 Dyn. v. El.-A.-G. v. Schuckert & Co. 50 A. 110 V.	A. F. A. Hagen i. W.	2 à 10	60		1893
65	Joseph Milani, Delicatessen-Handlung. Bleidenstrasse 6.8.	1 Dampfm. von Klotz, Günther & Kops i Merseburg, von 4 P.S.	1 Dyn. v. Siemens & Halske, 25 A. 65 V.		1 à 8	28		1885
66	Mitteldeut. Gummiwaaren-Fabrik L. Peter, Mainzerlandstrasse 186.	an die Betriebsmaschine angeschlossen.	1 Dyn. v. d. E.-A.-G. v. W. Lahmeyer & Co., 90 A. 110 V.	Acc. Werke v. Correns	2 à 4 2 à 8	72 à 16 22 à 25		1893
67	J. G. Mouson, Seifenfabrik, Bergweg 9.	do.	1 Dyn. v. H. G. Möhring, 210 A 105 V.	A. W. S. Pollak	2 à 8	250		1888
68	Oberpost-Direktion, Bahnpostamt, Poststrasse.	1 Gasmotor v. Fr. Krupp, Buckau, v. 12 PS. 2 do. von Gebr. Körting à 35 P.S. [3])	1 Dyn. v. d. El.-G vorm. W. Lahmeyer & Co. 180 A. 45 V. 2 Dyn. v. Geb. Körting, 430 A. 45 V.		12 à 5	400		1896 bezw. 1898
69	Opernhaus, Opernpl.	1 Gasmotor von Deutz, 5 PS. [4])	1 Dyn. v. Maschfbr. Esslingen, 40 A. 175 V.	Gottfr. Hagen in Kalk.				1887
70	August Osterrieth, Zeil 66.	an die Betriebsmaschine angegeschlossen.	1 Dyn v. El-A.-G. v. Schuckert & Co 100 A. 110 V.	A. F. A. Hagen i. W.	2 à 6	543	1 à 3	1892
71	Palmengarten Gesellschaft, Palmengarten.	do.	1 Dyn. v. Maschfbr. Esslingen, 110 A. 65 V. 1 do. 9 A. 600 V.		15 à 9 3 à 30	85		1887
72	Joh. Jost Petri Sohn, gr. Bockenh.-Str. 29.	1 Dampfm. v. Pokorny & Wittekind, 15 PS.	1 Dyn v Pokorny & Wittekind, 130 A. 65 V.	A. F. A. Hagen i W.	3 à 8	200		1888
73	Physikalischer Verein Stiftstr. 32.	1 Gasmotor von Benz & Co., Mannheim, von 8 PS. [1])	Diverse.	Diverse.	1 à 20		4 kl.	1889
74	R. Ranke & Co, Mainzerldstr. 271.	an die Betriebsmaschine angeschlossen.	1 Dyn. v. Maschfbr. Schwartzkopff 30 A. 110 V.		4 à 8	42		1895
75	Restaurt. Culmbacher Hof, Zeil 46.	1 Dampfm. v. Pokorny & Wittekind, 40 PS.	1 Dyn. v. Pokorny & Wittekind, 200 A. 65 V.		8 à 8	300		1889
76	Restaurant Essighaus Hammelsgasse 10.	1 Dampfm. von Sulzer, Winterthur, 15 PS.	1 Dyn. v. Pokorny & Wittekind, 70 A. 110 V.	de Khotinsky Gelnhausen.	8 à 8	100		1891
77	Restaurant Goldner Pfau, Vilbelerstr. 26.	1 Locomobile v. Garret, Smith & Co.	1 Dyn. v. El.-A.-G. v. Schuckert & Co. 105 A. 110 V.		6 à 8	175		1886
78	Restaurant Harmonie Sachsenhausen. Darmst. Landstr 9.	1 Dampfm. von J. S. Fries Sohn, v. 20 P.S.	1 Dyn. v. C. Weisse, Landshut, 120 A. 120 V.		4 à 8	220	4 kl.	1897
79	Restaurant Kaiserhof Goetheplatz.	1 Dampfm. von Westinghouse v. 16 P.S.	1 Dyn. v. El.-A.-G. v. Schuckert & Co. 80 A. 120 V.		4 à 8	200		1886

1	2	3	4	5	6	7	8	9
80	Restaurant Malepartus, gr. Bockenh.-Str. 30.	2 Gasmotoren v. Deutz, à 12P.S.	2 Dyn.d.Allg.E.-G. zuje 100 A. 110V.	A. F. A. Hagen i. W.	2 à 10	218	5 à 1/16	1895
81	Restaurant Pfungstädter Bierhalle, Vilbelerstrasse 29.	1 Dampfm. von Garret & Sons v. 15 P.S.	1 Dyn. v. El.-A.-G. v. Schuckert & Co 100 A. 110V.		4 à 6	150		1886
82	A. Rosenblatt, Lithogr. Anstalt, Rossdorferstrasse	An die Betriebsmaschine angeschlossen.	1 Dyn. d. Allgem. El.-Ges., 100 A 110 V.	A. F. A. Hagen i. W.		300	2 à 1/2	1898
83	Sachsenhäuser Bahnhof der Staatsbahn.	1 Locomobile der Harzer A.-G. in Nordhausen v. 30 P.S.	1 Dyn. v. Siemens u. Halske, 80 A. 100 V. 1 Dyn. v. El.-A.-G. v. Schuckert & Co. 30 A. 100 V.			167		
84	Carl Schäfer & Co., Dampfschreinerei, Löwengasse 6.	an die Betriebsmaschine angeschlossen.	1 Dyn. v. Pokorny & Wittekind 30 A. 65 V.		1 à 8	50		1889
85	Schäfer & Montanus, Elefantengasse 10.	1 Gasmotor von Benz, Mannheim, v. 4 P.S.	1 Dyn. v. Pokorny & Wittekind, 25 A 110 V.	A. W. S Pollak		48	9 à 1/8	1894
86	H. & R Schellenberg, Zeil 39.	1 Dampfm. v. Pokorny & Wittekind v. 12 P.S	1 Dyn v. Pokorny & Wittekind 80 A. 100 V.	de Khotinsky Gelnhausen.	23 à 8	90		
87	Georg Schepeler, Rossmarkt 3.	1 Dampfm von Gebr. Sulzer, Winterthur, v. 45 P.S. 1 Gasmotor von Deutz v. 18 P.S. [5]	1 Dyn. v. El.-A.-G. v. Schuckert & Co. 220 A. 110 V. 1 Dyn. v. El.-A.-G v. Schuckert & Co. 90 A. 110 V. 1 Zusatzmaschine.	A. F. A. Hagen i. W.	70 à 4—10	550	10 à 1/5 bis 3,4	1890
88	August Schick, Maschinenfabrik, Mainzerldstr. 175.	an die Betriebsmaschine angeschlossen.	1 Dyn. v. Gendebien & Naumann 60 A. 100 V.			120		1886
89	Aug. Schwarz, Bogenlampenfabrik, kl. Schifferstrasse 5/9.	do.	1 Dyn. v. H. G. Möhring, hier, 50 A 110 V. 1 Dyn. v. H Geist in Köln 40 A. 120 V.		6 à 4 4 à 8	40		1891
90	E. Wiedemann, Bettfedernfabrik, Kiesstr.	do.	1 Dyn v. H. G. Möhring, hier, 30 A. 120 V.			70		1885
91	C. L. Wüst, Spielkartenfabrik, Friedrichstrasse 110.	an die Betriebsmaschine angeschlossen.	1 Dyn. v. El.-A.-G. v. Schuckert & Co 160 A. 110. V.		10 à 8	180		1888
92	Hermann Wronker, Hasengasse 15/17.	1 Gasmotor von Deutz v. 25 P.S.	1 Dyn. d. S. E. W. v. Pöchmann 150 A. 110 V.	A. W. S Pollak	36 à 8	375	1 à 4	1897

[1]) Ausserdem Anschluss an das Städtische Elektrizitätswerk in Frankfurt a. M.

[2]) Ausserdem Anschluss an das Bockenheimer Elektrizitätswerk.

[3]) Zum Laden der Bahnpost-Accumulatoren und zur Beleuchtung des Bahnpost-Gebäudes.

[4]) Dient nur zu Beleuchtungseffekten.

[5]) Ausserdem Anschluss an das Städtische Elektrizitätswerk für 2 Motoren à 9 PS.